DISQUISITIONES

DE

OSSIFICATIONIS PROCESSU.

Scripsit

Alexander Brandt.

SUMPTIBUS REYHERI.

DISQUISITIONES
DE
OSSIFICATIONIS PROCESSU.

DISSERTATIO INAUGURALIS
QUAM
CONSENSU ET AUCTORITATE
GRATIOSI MEDICORUM ORDINIS
IN
UNIVERSITATE LITERARUM CAESAREA DORPATENSI
AD GRADUM
DOCTORIS MEDICINÆ
RITE ADIPISCENDUM
LOCO CONSUETO PUBLICE DEFENDET
AUCTOR

Alexander Brandt
PETROPOLITANUS.

DORPATI LIVONORUM.
TYPIS VIDUAE J. C. SCHUENMANNI ET C. MATTIESENI.
MDCCCLII.

IMPRIMATUR

haec dissertatio ea conditione, ut, simulac typis fuerit excusa, quinque ejus exempla tradantur collegio ad libros explorandos constituto.

Dorpati Liv. die 2. mens. Sept. a. 1852.

Dr. Reichert,
ord. med. h. t. Decanus.

PIERS USO WALTER

ATQUE

CAROLO REICHERT

DOCTORIBUS MEDICINAE,

PP. PP. OO. IN UNIV. LITER. CAESAR. DORPAT.,

A CONSILIIS STATUS,

PRAECEPTORIBUS SUMME VENERANDIS,

VIRIS DOCTISSIMIS, HUMANISSIMIS,

HAS STUDIORUM PRIMITIAS

PIO GRATOQUE ANIMO

OFFERT

Auctor.

PRÆFATIO.

Ad instituendas disquisitiones de ossificationis processu, quas in hac commentatione virorum doctorum judicio propono, ***Reichert***, professor clarissimus, praeceptor meus maxime venerandus, me impulit. In animo autem mihi fuit his repetitis investigationibus potissimum eruere et constituere, qua ratione incrustatio substantiae cartilagineae fiat et quae mutatio in hujus substantiae elementis histologicis locum habeat. Fines enim hujus opusculi nimis extendissem, si disquisitionibus meis totam ossis formationem amplecti voluissem, quamquam, quum simul cum substantiae cartilagineae incrustatione cava medullaria formentur, evitari non potuit, quominus etiam horum ossis elementorum formationem paulo accuratius respicerem. Etsi hic processus saepius denuo investigatus est et praecipue novissimis temporibus viri docti in ejus cognitione penitiore plurimum profecerunt, tamen in eo adhuc multum ambigui et obscuri restat, quod semper ad inquisitiones denuo repetendas impellet. Propter magnas vero difficultates, quas perscrutationes hujusmodi juveni in his rebus parum exercitato objiciunt, eas suscipere vix

conatus essem et etiam minus cum felice successu perficere potuissem, nisi benevolo consilio et auxilio *Reichertii*, ut in prioribus studiis meis, ita etiam in instituendis his disquisitionibus adjutus essem, cui viro de me meritissimo me nunquam satis ex intimo animo gratias agere posse libentissime profiteor.

Denique etiam *G. L. Ulmannio*, studioso medicinae, qui in delineandis iconibus tabularum huic opusculo additarum multum temporis et operae consumpsit, maximas gratias ago. Doleo autem, quod delineationes praeclare factae iconibus lithographicis non omnino exacte repraesentatae sunt; nominatim loca ossificata splendore carent et praeterea saepe multo obscuriora, quam vere sunt, apparent.

Observationes microscopicae.

Recentioribus temporibus plures viri docti certas quasdam ossium portiones ad considerandum ossificationis processum prae ceteris aptas esse affirmaverunt, v. c. Meyer et Koelliker symphyses vertebrarum et ossium pubis, atque epiphyses et diaphyses ossium tubulosorum hoc consilio commendant. Equidem vero inveni, dummodo praeparata in usum investigationis microscopicae apte perficiantur et tractentur, ossificationis processum saltem in omnibus cartilaginibus hyalinis pari successu observari posse. Tantummodo eae cartilagines hyalinae, quarum corpora cartilaginea parvitate insignia sunt, disquisitionem difficilem reddunt, quum in iis propter hanc ipsam conditionem phaenomena sub microscopio, etiamsi maximam amplificationem adhibeas, tamen minus perspicue appareant. Etiam corpuscula cartilaginea majora nimisque conferta disquisitioni impedimenta objicere possunt, quum forti lucis reflexu distinctio subtilium phaenomenorum microscopicorum maxime turbetur. Etiam in illis cartilaginibus investigatio processus ossificationis difficilior est, in quibus substantia fundamentalis striata, quasi fibrosa est (in cartilagine fibrosa, cartilagine membranacea ossium cranii secundum Reichertium), quum in iis corpuscula cartilaginea plerumque parum accurate perspiciantur et incrustatio cartilaginis incipiens habitu striato substantiae fundamentalis occultetur. Ubi ossificationis processus jam longius progressus est, praesentia magnorum cavorum medulla impletorum disquisitionem admodum turbare potest, quoniam in parandis segmentis medulla e situ suo movetur et loca, in quibus ossificatio incipit, obtegit. Si vero difficultates modo enumeratae absunt, et coctione segmentorum vel etiam fortuito in parandis segmentis medulla magis minusve perfecte e cavis suis remota est, ossificationis processus, ut jam diximus, dummodo praeparata apte perficiantur, ubique pariter perspicue observari potest.

Quum ego quoque pariter atque alii anatomi e cartilagine ossificari incipiente in statu recenti vel simpliciter siccato segmenta satis tenuia mihi parare non possem, in conficiendis segmentis methodo ab aliis quoque adhibita usus sum. Ossa enim, ut consistentia eorum parandis segmentis idonea fieret, superfuso acido muriatico

parte elementorum terrenorum privavi. Hoc consilio semper adhibui acidum muriaticum in centum partibus viginti partes acidi muriatici puri continens idque tribus partibus aquae dilui. Tempus, per quod cartilago ossificari incipiens effectui acidi muriatici exponitur, secundum magis minusve evolutum excultumque statum ossis definitur. In teneris ossibus foetalibus saepe jam tempus unius horae sufficit, adultorum ossa plures horas requirunt. Os hoc modo tractatum eam consistentiam adipiscitur, ut, postquam siccatum est, segmenta tenuissima ex illo parari possint. Per hanc tractationem neque structuram neque texturam ossis mutari, facile tibi persuadebis, si segmentum ex osse effectui acidi muriatici non exposito paratum microscopio subjeceris et nonnullas guttas acidi muriatici in centum partibus viginti partes acidi muriatici puri continentis addideris. Tum enim, quod jam ab aliis quoque scrutatoribus commemoratum est, imaginem microscopicam, elementis terrenis ossis magis minusve perfecte extractis, clariorem magisque perspicuam fieri animadvertis. Simul tamen loca cartilaginis, quae jam ossificata erant, etiam post hanc tractationem adhuc satis luculenter apparent, et, quod quidem in disquisitione maximi momenti est, habitu suo subtiliter granulato a portionibus cartilaginis non ossificatis differunt.

Adipem, qui, praecipue in adultorum ossibus, investigationi saepissime impedimenta objicit, plerumque eo, quod segmenta jam parata in spiritu vini rectificatissimo coquebam, removere studebam.

Ad efficiendum, ut corpuscula cartilaginea et incrustationes incipientes clarius conspicerentur, admodum aptum esse cognovi praeparata imbuere solutione in centum partibus decem partes kali puri continente. Si praeparatum kali adhibito nimis pellucidum fiebat, illud effectui solutionis aquae jodicae non nimis concentratae ita exposui, ut colore lucide fusco modice tingeretur. Hac re loca ossificata a locis nondum ossificatis accuratius distinguuntur, quum color priorum intensior sit.

Auxilio horum remediorum mihi contigit, ut mihi segmenta tam tenuia et ad explorationem microscopicam tam accommodata pararem, ut phaenomena in conspectum venirent, quae adhibita methodo vulgari tantum raro nec tum quidem ita manifesto apparent.

Descriptio segmenti longitudinalis ex inferiore extremitate diaphysis metacarpi foetus humani septem mensium desumpti (Tab. I. fig. 1).

Basis et capitulum metacarpi ad paranda segmenta longitudinalia adhibiti omnino cartilaginea erant, eandemque conditionem monstrabat locus, ubi corpus ossis in portiones modo dictas transit. Segmentum effectum est sectione lateri radiali et ulnari metacarpi parallela et ad locum, ubi portio ossificata in portionem nondum ossificatam transibat, ducta, et quidem ita, ut illud satis magnam partem cartilaginis partemque substantiae osseae respondentem contineret.

Neque inspectione oculo non armato facta neque disquisitione auxilio microscopii instituta respectu finium inter segmenti partem ossificatam et partem nondum ossificatam quidquam cognosci potuit, quod has partes alteram in alteram denticulis se insinuare indicaret. Si segmentum nudis oculis contemplaris, portio cartilaginea a portione ossea finibus satis distinctis aequaliter linearibus sejuncta apparet; in segmentis vero microscopii auxilio consideratis haec certior distinctio evanescit et cartilago atque pars ossea paulatim altera in alteram transeunt, ita ut apte tres regiones in segmento discerni possint, et quidem una, in qua os fere omnino efformatum est vel saltem manifesta corpuscula radiata apparent (C), altera in opposito fine praeparati sita, in qua cartilago pura conspicitur neque ullam incrustationem continet (A), tertia denique eaque maximi momenti, in qua incrustationes jam inceperunt, quamquam universus habitus hujus regionis cartilagini similior est, quam ossi (B). In iconibus huic opusculo adjectis potissimnm eam regionem, in qua ossificationis processus incepit, quam accuratissime repraesentare studui.

In portione segmenti n o n d u m o s s i f i c a t a mutatio illa corpusculorum cartilagineorum, cujus jam multi anatomi mentionem fecerunt, animadvertitur. Si feliciter succedit segmentum parare, in quo haec regio latioris ambitus est, in regionibus ab ossificationis puncto remotissimis plerumque corpuscula cartilaginea incerto ordine singula vel bina, rarius plura congregata, in substantia fundamentali collocata conspiciuntur (conf. Tab. I. fig. 2. a). Variis finibus circumscripta sunt, ita ut jam magis elliptica, jam fusiformia, jam fere circularia appareant, jam segmenta harum formarum diversarum modo dictarum exhibeant, praecipue, ubi plura congregata jacent et eorum lineae sectione effectae alterae ad alteras conversae sunt. Segmenta sectionibus in diversas directiones per cartilaginem ductis parata demonstrant, lineamenta modo dicta corpusculorum cartilagineorum esse, quae, quod ad formam attinet, ellipsoides vel corpuscula lentiformia vel segmenta harum formarum exhibeant. In corpusculis cartilagineis ubique distinguitur cavum cartilagineum, sive cavum substantiae fundamentalis, in quo corpusculum cartilagineum situm est, et hoc corpusculum ipsum, i. e. contentum

hujus cavi, quod in ejusmodi praeparatis sectione effectis haud multum, quod memoratu dignum sit, prae se ferat. Quod ad phaenomena optica pertinet, commemorandum est, circa parva corpuscula cartilaginea hujus regionis plerumque tantum lineamenta simplicia neque lineamenta quasi annuliformia membranis cellularibus inspissatis, ut dicitur, formata apparere. In imaginibus microscopicis segmentorum maxima corpuscula cartilaginea diametrum longitudinalem 0,007 linearum Parisiensium, latitudinalem 0,003 l. P. ostendunt.

Versus ossificationis marginem tria phaenomena manifesto observantur: 1) Corpusculorum cartilagineorum magnitudo paulatim crescit; 2) corpuscula cartilaginea in singulos acervos congregata sunt, et 3) inter hos acervos substantia fundamentalis aucta apparet.

Quod ad corpusculorum cartilagineorum amplificationem attinet, maxima corpuscula in segmentorum imaginibus microscopicis versus ossificationis marginem diametrum longitudinalem 0,009 l. P. et latitudinalem 0,005 l. P. ostendunt, ex quibus mensionibus elucet, corpusculorum diametrum latitudinalem pro rata parte etiam magis crevisse, quam diametrum longitudinalem, ita ut in vicinia marginis ossei corpusculorum forma magis minusve globulo similis deprehendatur (c).

Acervi corpusculorum cartilagineorum ex ternis, octonis vel etiam pluribus corpusculis compositi sunt, quae aut breviores longioresve series longitudinales efficiunt, aut circa centrum congregata sunt et acervos constituunt, qui finibus magis minusve ellipticis vel circularibus circumscripti sunt (b). Facies corpusculorum cartilagineorum ad alia ejusdem acervi corpuscula conversae plerumque planae sunt, aversae autem magis sphaericae. Inter singula corpuscula cartilaginea substantiae fundamentalis crassitudo versus ossificationis marginem paulatim minuitur, et denique tantummodo septa tenuissima*) restant (f), ita ut segmentum tenue acervi, cujus cava cartilaginea contentis suis privata sunt, quasi rete exhibeat, quod substantiae fundamentalis septis angustis inter corpuscula cartilaginea formatur (conf. Tab. I. fig. 4. g), et cujus maculas cava cartilaginea efficiunt.

Acervi seriebus longitudinalibus formati, in quibus corpusculorum cartilagineorum axes longitudinales paralleli decurrunt, ut in segmento Tab. I. fig. 1. repraesentato, frequentissimi sunt. Illi aut ex una serie corpusculorum cartilagineorum constant, in qua passim loco unius corpusculi cartilaginei magis in longitudinem protracti duo minora interposita sunt, aut ex duabus tribusve seriebus confertis, corpusculis cartilagineis alterius partim in alterius corpuscula insertis (b). Longitudo media horum acervorum est 0,051 l. P., media latitudo acervorum ex seriebus longitudinalibus compositorum 0,01071 l. P. Ubi corpuscula in acervis circa centrum collocata sunt,

---

*) Annot. In iconibus propter difficultatem substantiam fundamentalem repraesentandi septa plerumque crassiora picta sunt, quam re vera inveniuntur.

totius acervi lineamenta externa sinuosa esse solent, quum nonnulla vel etiam omnia corpuscula cartilaginea in acervi finibus faciebus convexis promineant. In aliis acervis corpusculorum cartilagineorum facies aversae sphaericae ita invicem se tangunt, ut fines totius acervi aequaliter decurrentes magis ellipticos vel circulares efforment. Nec raro, attamen tantum in segmentis crassioribus, acervus lineamentis externis continuis ita circumscriptus apparet, ut corpuscula cartilaginea quasi communi cavo inclusa esse videantur. Microscopio ita collocato, ut res subjectae accuratissime perspiciantur, semper cognoscitur, lineamenta externa non ubique aeque distincte expressa esse neque lineam aequaliter continuam exhibere. Mutato autem microscopii foco loca antea parum perspicua jam clare cernuntur, antea vero omnino perspicua jam obscuriora apparent. In casibus igitur ejusmodi totus acervus in accuratiore disquisitione in universum offert speciem cumuli sine ordine et regula conjecti corpusculorum cartilagineorum finibus parum certis circumscriptorum. Phaenomena modo commemorata luculentissime docent, in hoc casu acervum corpusculorum cartilagineorum in eo situ observatori offerri, in quo imago microscopica ad praebendam cognitionem, qualis sit totius acervi habitus normalis, non sit idonea. Est enim acervus ita situs, ut ejus axis longitudinalis magis minusve perpendiculariter ad observatorem conversus sit, et corpuscula cartilaginea ex parte se invicem obtegentia alia super alia disposita offerantur. Etenim, ut jam commemoravimus, tantum in segmentis crassioribus acervi corpusculorum cartilagineorum speciem modo descriptam offerentes inveniuntur. Quo tenuius segmentum factum est, eo certius exspectari potest, fore, ut ne vestigium quidem corpusculorum ejusmodi cartilagineorum communi cavo inclusorum deprehendatur. Neque unquam reperiuntur in praeparatorum marginibus, quippe qui plerumque tenuiores esse soleant. Negare non ausim, septa, quibus corpuscula cartilaginea acervi separentur, interdum re vera evanescere, ita ut omnia corpuscula cartilaginea communiter cavo secundario includantur; neque tamen unquam quamvis segmentis numerosissimis disquisitis hujusmodi quidquam inveni.

Contentum corpusculorum cartilagineorum in iis praeparatis, quae ex cadaveribus recentibus desumpta sunt, cava cartilaginea non omnino explet et speciem offert massae corrugatae magis minusve tenuibus granulis compositae et in denticulos irregulares excurrentis, in qua massa nucleus saepe parum luculenter distinctus apparet. Si cadaver non fuit recens, contenta cavorum cartilagineorum sive ipsa corpuscula cartilaginea offerunt speciem massae granulosae, incertae, plerumque nucleo magis perspicuo instructae. Plerumque in disquisitione corpusculorum cartilagineorum, si ratione descripta disposita et magnitudine aucta sunt, phaenomena illa nota annuliformia in finibus cavorum cartilagineorum apparent, quae scriptores membranis cellularibus inspissatis provocari arbitrati sunt. Ego quoque pariter atque A. Bergmann (Disquisitiones microscopicae de cartilaginibus in specie hyalinis. Dorpati Livonorum 1850, pag. 9.) inveni, haec phaenomena annuliformia, quod ad latitudinem et perspicuitatem lineamentorum externorum attinet, admodum variare et nominatim tum

conspici, quum corpuscula cartilaginea etiam demptis contentis adhuc crassitudine aliqua praedita observentur. In segmentis tenuissimis, ergo plerumque in praeparatorum marginibus, in quibus ad summum tenuissima segmenta cavorum cartilagineorum observari possunt, prorsus nullum vestigium phaenomeni annuliformis animadvertitur, quamquam corpusculorum cartilagineorum magnitudo non mutata est, itaque phaenomenon illud annuliforme appellare non possum expressionem opticam membranae inspissatae, nec in cavis cartilagineis quidquam aliud dignoscere, nisi simplicem excavationem substantiae fundamentalis cartilaginis. Praecipue autem commemorandum est, comparato habitu corpusculorum cartilagineorum cartilaginis, in qua ossificatio jam incepit, hic in omnibus casibus phaenomenon annuliforme minus nitens splendensque apparere. Addendum adhuc est, si praeparata solutione in centum partibus decem partes kali puri continente imbuantur, imaginem microscopicam cartilaginis multo clariorem magisque perspicuam fieri.

Ut supra jam commemoravimus, iis locis, ubi portio cartilaginis nondum ossificata in portionem ossificari incipientem transit, substantia fundamentalis inter singulos corpusculorum cartilagineorum acervos, quae quidem a septis inter singula acervorum corpuscula cartilaginea obviis bene distinguenda est, augmentatur (e). Neque tamen hoc incrementum substantiae fundamentalis semper aeque manifesto animadvertitur. In segmentis tenuibus nunquam non conspicitur, et simul observatur, incrementum hujus substantiae, quod videtur, versus ossificationis marginem paulatim augeri, ita ut quasi cunei substantiae fundamentalis ex ossificationis margine inter corpusculorum cartilagineorum acervos procurrere videantur. Passim etiam in ea corpuscula cartilaginea solitaria reperiuntur. In segmentis autem crassioribus haec substantiae fundamentalis augmentatio minus luculenter perspicitur, et plerumque ab initio observatur, strias angustiores substantiae fundamentalis inter corpuscula cartilaginea esse interpositas. Foco microscopii jam mutato, striae latiores quidem minus clare rursus conspicuae fiunt, sed denuo mutato foco rursus evanescunt. Facile intelligitur, in segmentis ejusmodi crassioribus accuratam cognitionem, quaenam ratio sit inter corpusculorum cartilagineorum acervos et interjectam substantiam fundamentalem, eo, quod acervi in pluribus stratis alii super alios collocati sunt, et ex parte ita jacent, ut substantiam fundamentalem inter alios interpositam obtegant, magnopere turbari et impediri.

Quaestione, utrum substantia fundamentalis solum videatur aucta esse, an re vera aucta sit, hoc loco omissa, tantummodo addam, secundum mensiones a me factas maximam substantiae fundamentalis latitudinem inter acervos non esse majorem, quam inter corpuscula cartilaginea, ubi adhuc magis dispersa in cartilagine reperiuntur. Natura substantiae fundamentalis neque in septis neque inter acervos ullo modo mutata apparet, sed idem habitus hyalinus servatus est.

Hucusque imaginem universalem ejus partis cartilaginis, ubi portio nondum ossificata in portionem ossificatam transit, habita ratione et corpusculorum cartila-

gineorum et acervorum et substantiae fundamentalis proposui. Si tamen loca ab ossificationis margine remotiora et propiora habitum acervorum corpusculorum cartilagineorum respiciens comparas, phaenomenon observatur, cujus hoc loco paucis verbis mentio facienda est. Proxime enim portionem ossificatam potius acervi compositi, quam simplices inveniuntur, ita ut ex multorum segmentorum habitu mihi apparuerit, singulos acervos paulo ante transitum in ossificationem eodem modo inter se appropinquare, quo ab initio corpuscula cartilaginea ad formandos acervos simplices coeant.

Interdum etiam fortuito accidit, ut segmentum disquisitioni objiciatur, in quo incolumis portio cartilaginea modo descripta canaliculo perrupta est, qui medulla impletus est atque etiam vasa continere videtur; canales ejusmodi, de quibus jam alii harum rerum scrutatores mentionem fecerunt, sunt canales medullares cartilaginis.

Regio *media* segmentorum, ubi incrustationes incipiunt, indole sua in universum similior est cartilagini finitimae modo descriptae, ita ut hanc ipsam facillime non animadvertas (B). Huc accedit, quod illa non semper aeque luculenter expressa apparet, et omnino, si cum duabus aliis regionibus commemoratis comparatur, minoris ambitus est (conf. Tab. 1. fig. 4. B). Proprium hujus regionis est, quod substantia fundamentalis cartilaginis passim majoribus lacunis, quam in cartilagine nondum mutata solis cavis cartilagineis efficiuntur, insignis est. Praeter corpuscula cartilaginea prorsus non mutata vel solitaria vel in acervos congregata alia conspiciuntur, quae adhuc paene omnino corpusculis cartilagineis incolumibus similia sunt et tantum duabus rebus ab iis differunt. Plerumque in segmentis tenuissimis et nominatim in marginibus praeparatorum cava cartilaginea cum contentis solitis (corpusculis cartilagineis) apparent, quorum fines linea obscura distinctissime expressa insigniuntur. Haec linea non aequalis est lineamentis illis obscuris, quae plerumque circa cava cartilaginea nondum mutata inveniuntur et hic illic umbra fortiore insigniuntur, aliis locis contra saepe minime expressa et parum conspicua decurrunt. Haec linea enim circa cava cartilaginea, de quibus hoc loco sermo est, quocunque modo illustratur, semper circa totum cavorum ambitum in forma lineae tenuis distinctissime expressae conspicitur (h). Saepissime paululum irregularis et denticulata est, semper vero tam tenuis, ut eam vix metiri possis. In nonnullis casibus etiam haec linea tenuis versus latus a praeparati margine aversum paulatim latior fit, ita ut corpusculum cartilagineum tantum ex uno latere linea tenui modo dicta, ex altero autem stria falciformi, latiore cinctum appareat. In medio praeparato et omnino, ubi segmentum crassius est, cava cartilaginea nusquam linea tenui modo dicta, sed undique stria annuliformi circumscripta esse videntur, quae annulis illis simillima est, quos circa amplificata corpora cartilaginea ante ossificationem incipientem inveniri jam commemoravimus (i). Hi annuli tamen ab illis differunt majore nitore et delineatione cinereo-granulata. Hi annuli non solum praesente contento cavitatis cartilagineae conspicui sunt, sed etiam, ubi contentum illud, i. e. corpusculum cartilagineum, excidit. Ubi limites lineares cavitatum cartilaginearum in striam latiorem transeunt, ut supra descriptum est, haec stria

sub microscopio plane eundem habitum prae se fert, quem in cavis cartilagineis ostendit, circa quae annulus perfecte formatus apparet. Si contentum in ejusmodi cavitatibus cartilagineis inest, interdum dubium esse potest, num limites modo descripti etiam re vera ad cava, nec potius ad contenta eorum, sive corpuscula cartilaginea ipsa pertineant. Ubi tamen contentum excidit, itemque in ulteriore progressu ossificationis omnino manifestum fit, phaenomena in lineamentis externis cavorum cartilagineorum ex mutato strato substantiae fundamentalis, quod cavitatem directe cingit, originem capere. Mutatio vero in hoc strato orta tantummodo ex incrustatione salibus terrenis effecta derivari potest, quum magnus nitor et delineatio cinereo-granulata plane congruant cum imagine microscopica, quam loca cartilaginis postea sine dubio ossificata exhibent. Hoc stratum terminale substantiae fundamentalis circa cavum cartilagineum incrustatione mutatum ***capsulam osseam*** appello. Accuratiore investigatione opus est, ut constituatur, utrum annuli illi angustiores latioresve per totam latitudinem suam habendi sint pro veris speciosisve planitiebus capsularum ossearum modo formatarum secando effectis, an tantum pro planitiebus speculi instar renidentibus capsulae osseae re vera tenuissimae, quae saepe in segmentis ossis tenuibus limitibus linearibus distinctis se manifestant. Observatio, capsulas osseas in segmentis tenuissimis semper in forma lineae obscurae cum simplicibus lineamentis externis animadverti, contra vero ibi tantum, ubi in segmentis crassioribus investigationi objiciantur, annulos illos in conspectum venire, satis demonstrat, annulos modo dictos tantum expressionem opticam planitierum capsularum ossearum in majore ambitu speculi instar fulgentium exhibere. Simulatque has capsulas osseas circa cava cartilaginea esse cognovimus, difficile non est, decursum limitum linearium capsulae osseae interdum irregularem et quasi parvis prominentiis denticulatis instructum in segmentis capsularum ossearum tenuissimis recte intelligere et interpretari. Hoc phaenomenon enim non inde pendet, quod capsula ossea ab initio in statu suo normali ullas elevationes et depressiones in superficie suo habeat, nam saepissime linea obscura sine ullis prominentiis et aequaliter decurrit eoque probat, parietes capsulae glabros et planos ac prorsus ejusdem conditionis esse, cujus primarium stratum terminale substantiae fundamentalis circa cavitates cartilagineas. Idem etiam eo probatur, quod capsula ossea ex facie considerata nullum vestigium speciei maculosae ostendit, quae quidem, si illa instructa esset depressionibus et elevationibus, deesse non posset. Decursus hic lineamentorum externorum capsulae osseae in segmentis tenuibus irregularis prominentiisque denticulatis instructus inde potius derivandus est, quod in apparandis segmentis stratum substantiae fundamentalis, quod in capsulam osseam mutatum est, propter consistentiam*) suam magis lentam a substantia fundamentali

---

*) **Annot.** Facile intelligitur, hic sermonem esse de capsula ossea auxilio acidi muriatici maxima ex parte elementis terrenis privata, quippe cujus substantia, pariter atque ossium acido muriatico imbutorum, de quibus hoc satis constat, solito lentior sit, nec tam facile, quam cartilago hyalina nondum incrustata, dissecetur.

hyalino differentem, plerumque minus facile accurate et acute dissecatur, sed potius dirumpitur. Prominentiae denticulatae limitum linearium, ut investigatio accuratior auxilio microscopii instituta docet, parvis laciniis abruptis capsulae osseae efficiuntur. Hae ipsae parvae laciniae ruptione provocatae, quae in margine cavitatum cartilagineaarum apertarum reperiuntur, primum attentionem meam ad capsulam osseam praesentem adverterunt, quum ceteroquin hae cavitates cartilagineae capsula ossea cinctae forma sua cum apertis cavitatibus cartilagineis nondum mutatis omnino congruant et demum per diligentiorem contemplationem id discrimen eluceat, quod posteriores semper lineamentis externis aequaliter decurrentibus jam magis umbrosis, jam omnino lucidis circumdantur, priores contra peculiarem illam conditionem lineamentorum suorum supra dictam ostendunt.

Addendum mihi est, capsulas osseas saepe solitarias, plerumque vero secundum solitam dispositionem cavorum cartilagineorum hujus regionis in acervos congregatas observari (n). Praeterea commemorandum est, in segmentis tenuibus, ubi tantum segmenta tenuia cavorum cartilagineorum disquisitioni offerantur et capsulae osseae tenuibus limitibus linearibus indicentur, in septis inter cavitates cartilagineas interpositis semper substantiam fundamentalem nondum ossificatam et quidem plerumque hyalinam inter capsulas osseas finitimas animadverti. In iis vero acervis, quorum cava cartilaginea toto ambitu suo vel saltem crassiora segmenta eorum observationi objiciuntur, et in quibus propterea capsulae osseae in forma annulorum magis minusve latorum conspiciuntur, plerumque substantia fundamentalis hyalina nondum ossificata cognosci omnino non potest. In hoc casu ejusmodi acervus cavorum cartilagineorum speciem offert cavitatis magnae, cujus limites jam magis sinuosi, jam etiam magis aequaliter decurrentes annulo indicati cernuntur, et quae septis ejusdem habitus microscopici, cujus totius cavitatis lineamenta externa, in cellas divisa apparet. Ex iis, quae jam supra de conditionibus, quibus hic annulus provocetur, exposui, deduci potest, hanc capsulam osseam in cellas divisam tantummodo propter disquisitionem planitiebus singularum capsularum ossearum speculi instar nitentibus impeditam hunc habitum modo descriptum sub microscopio offerre. Ubi enim segmenta satis tenuia sunt, semper rursus compositio capsularum ejusmodi ossearum in cellas divisarum luculenter perspicitur, quarum septa in forma strati angusti substantiae fundamentalis hyalinae non ossificatae inter lineamenta externa capsularum ossearum finitimarum cognoscuntur.

Interdum in hac regione segmenti, quo loco transitus fit, etiam corpuscula cartilaginea deprehenduntur, quae et ipsa, quod ad formam attinet, cum corpusculis cartilagineis non mutatis congruentia in segmentis tenuissimis phaenomena microscopica capsularum ossearum adhuc ostendunt, quorum contenta tamen granulis majoribus constare videntur, neque jam corpuscula cartilaginea ipsa in conspectum venire sinunt (k). Difficile est in his segmentis, quae reagentibus fortissimis tractata sunt, corpusculorum cartilagineorum mutationes accurate cognoscere et intelligere, sed tantum

mutationem exstitisse elucet. Aliquoties mihi successit cognoscere corpuscula esse contenta cavitatis ejusmodi cartilagineae capsula ossea cinctae, prorsus cum contentis cavorum in portione jam omnino ossificata obviorum, quae ***cava medullaria,*** cet. vocantur, congruentia. Contenta igitur, ut paucis dicam, ejusdem habitus erant, cujus massa medullaris, et corpuscula, quae in illis insunt, cellulis medullaribus similia sunt.

Praeter cavitates cartilagineas habitus modo descripti in praeparato etiam spatia cava majora conspiciuntur (l). Illa plerumque lineamentis externis magis minusve irregulariter sinuosis cincta aut vacua aut nominatim in segmentis crassioribus partim vel omnino massa in ipsis contenta repleta sunt. Magnitudo eorum admodum variat, alia enim ejusdem magnitudinis sunt, cujus totus cavorum cartilagineorum acervus, alia minora, alia denique etiam majora. Hi limites sinuosi saepe similes sunt lineamentis externis totorum acervorum corpusculorum cartilagineorum, in aliis casibus autem haec spatia cava multo magis irregularia sunt, nominatim si magnitudine excellunt; semper tamen limites magis minusve sinuosi sunt et interdum totum spatium cavum animo tibi fingere potes quasi conflatum ex pluribus cavitatibus et respondens magnitudini et lineamentis externis singulorum acervorum cavitatum cartilaginearum. Massa in iis contenta plane congruit cum medulla, qualis in ossibus hac ratione tractatis magis minusve destructa et cellulis medullae magis minusve luculenter perspicuis praedita apparet (p). Horum spatiorum lineamenta externa diversa sunt in segmentis crassioribus et tenuioribus. In tenuioribus tantum limites lineares distincte tenues in conspectum veniunt, plane ejusdem habitus, cujus limites sunt circa cavitates cartilagineas, quarum margo fines constituens in capsulam osseam mutatus est. Interdum spatio cavo ejusmodi proxime adjacet cavum cartilagineum solitarium, vel major minorve acervus horum cavorum, qui aut nondum mutatus est, aut capsulam osseam jam formatam limitibus annuliformibus vel simplicibus linearibus indicat (n). In segmentis crassioribus limites in forma striae magis minusve latae, forti lucis splendore insignis, cinereo-granulatae apparent (n). Haec stria sub microscopio prorsus eundem habitum ostendit, quem capsula ossea in forma annuli apparens, et hic quoque, quod accurata disquisitione et comparatione cum phaenomenis in progressa ossificatione obviis cognoscitur, ex lamella ossea tenuissima lucem fortiter frangente et reflectente originem capit, qua lamella finis inter substantiam fundamentalem et cava medullaria constituitur. Itaque hic nobis res est cum segmentis cavorum medullarium. Ut in cavitatibus cartilagineis solitariis, ita in his cavis medullaribus observatur, secundum conditionem segmenti partem lamellae osseae circa cavum medullare simpliciter in forma limitum linearium apparere (m), reliquam partem vero speciem striae osseae magis minusve latae prae se ferre. Non raro succedit in his cavis medullaribus phaenomenon cernere, quod in figura accuratissime repraesentatum est: ex eo enim loco lamellae osseae cavum medullare cingentis, qui versus hoc cavum prominet, singuli processus ejusdem habitus microscopici in ipsum cavum medullare procurrunt cavitatemque principalem in plures quasi cellas minores dividunt. Plerumque hae

cellae separatae in cavitatem communem spatii medullaris exitum habent, et ut totum cavum, medulla ipsa repletae sunt. In casibus rarissimis adeo duo processus finitimi se conjungunt atque hoc modo in cavo principali cavum undique clausum formant, quod et ipsum medulla impletum est. Jam sinuosa superficies vel margo lamellae osseae circa cavum medullare, sed etiam magis hi processus, qui interdum ex ejus prominentiis internis in cavum ipsum procurrunt et adeo parvum cavum undique includunt, maximam similitudinem ostendunt cum habitu acervi capsularum ossearum, quae saepe, ut etiam in praeparato nostro, adhuc integrae cavum medullare proxime attingunt et apte comparari possunt (m). Ratio inter capsulas osseas cavitatum cartilaginearum et lamellas osseas circa cava medullaria inde tam luculenter apparet, ut non intelligi non possit, capsulis osseis cum cavis medullaribus rationem geneticam intercedere. In hoc casu igitur processus cum sinuosis portionibus marginis lamellae osseae circa cavum medullare respondent capsulae osseae simplicis cavitatis cartilagineae. Hoc probatur non solum congrua forma, sed etiam magnitudine et toto habitu optico substantiae fundamentalis incrustatae. Itaque cognositur, processus lamellae osseae cavi medullaris idem esse, quod septa inter capsulas osseas acervi, et ut in eo casu, in quo acervus ejusmodi capsularum ossearum adhuc in omnibus partibus singulis separatus apparet et contenta earum nondum mutata sunt, in septis inter capsulas osseas interjectis substantia fundamentalis non ossificata perspicitur, ita in segmentis tenuibus idem in processibus lamellae osseae cavi medullaris, quos septis respondere modo diximus, recognoscere succedit. Interdum tamen haec substantia fundamentalis hyalina nondum ossificata in processibus jam omnino evanuit et hi processus tantum im forma lamellae osseae tenuis cum limitibus peculiaribus simplicibus, linearibus, tamen paulo latioribus apparent. Nunquam in hac lamella corpuscula radiata animadvertuntur.

Manifestum est, tres illas regiones a me propositas in loco transitus cartilaginis in os et in segmentis ex hac portione desumptis cum phaenomenis suis characteristicis non omnino acriter distingui posse, quum non raro phaenomena, quae ad sequentem ossificationis gradum in cartilaginis mutatione pertinent, jam prius solitaria appareant. Ita etiam in regione segmenti modo descripta phaenomena animadvertuntur, quae saepius vel saltem non minus saepe in regione proxime sequente deprehenduntur.

In margine cavi medullaris vel juxta acervos solitarios non raro corpuscula conspiciuntur, quae forma sua et habitu microscopico capsulis osseis in forma annuli apparentibus similia sunt. Attamen habita ratione magnitudinis totius corpusculi annulus admodum latus est, spatium vero illo inclusum, quod aut vacuum est, aut corpusculum cartilagineum continet, coarctatum apparet nec perfecte limites spatii inclusi aequaliter decurrentes ostendit, quales circa corpuscula cartilaginea non mutata vel capsulas osseas cernuntur. In segmentis crassioribus hi annuli distincte et quidem limitibus aequalibus obscuris a substantia fundamentali sejuncti esse videntur. Si ta-

men microscopii focus ita collocatur, ut latissimus corpusculi ambitus accurate perspici possit, adeo in segmentis crassioribus lineamenta externa irregulariter decurrentia cognosci possunt. Magis nobis manifesta fit corpusculi conditio, si contingit, ut segmenta tenuia nobis praeparemus. In segmentis enim ejusmodi animadvertitur cavum, quod corpusculum cartilagineum magis minusve deminutum continet et simul cum hoc corpusculo annulo magis minusve lato subtiliter granulato cinctum apparet (r). Hujus annuli limites tam versus substantiam fundamentalem hyalinam, quam versus cavum irregulariter decurrunt prominentiasque et inter eas incisuras ostendunt. Spatium internum hac re lineamenta externa paululum denticulata adipiscitur et interdum etiam corpusculum cartilagineum formam irregularem his lineamentis respondentem ostendit. Hic annulus non attenuatur in lineamenta externa linearia, ut in capsula ossea, quam vocamus, itaque hic observationi capsula se praebet, quae parietibus crassis annuli latitudini respondentibus formatur. In ejusmodi segmentis tenuibus simul cernitur, annuli substantiam versus substantiam fundamentalem parvis prominentiis saepe tam paulatim excurrere et in illam transire, ut, nisi microscopii foco accuratissime collocato, fines inter annulum et substantiam fundamentalem dignosci nequeant. In praeparatis tamen acido muriatico imbutis nihilominus habitus opticus substantiae fundamentalis ab habitu optico annuli punctatione granulata se distinguit, in qua nonnulla puncta lucida et clara paulo manifestius apparent, quam in substantia fundamentali hyalina.

Phaenomena, quae complicatam texturam hujus annuli indicarent, nullo modo observari poterant. Habitus granulatus, quem modo commemoravimus, per totam annuli latitudinem aequaliter extensus est. Nec tamen silentio praetermittendum est, in segmentis crassioribus et corpusculi hujusmodi bene conservati diametro, quae maxima videatur, sub microscopio fixa, annulum ejus microscopicum, qui videatur, striis obscuris non distincte definitis ex margine tam externo quam interno decurrentibus pertractum apparere. Hi radii parum definiti in decursu suo speciem offerunt, quasi radii ex annuli centro ad peripheriam procurrant. Hic jam radios cerpusculorum radiatorum, quae formentur, observationi offerri, probabilis est conjectura. Sed striarum numerus multo major, et decursus alius est, quam verorum radiorum corpusculorum radiatorum, qui in magis progresso stadio ossificationis inveniuntur; lineamentaque earum externa haud definita et distincta sunt. Praeterea jam commemoravi, has strias in segmentis tenuibus plane non animadverti, quum, si radii veri essent, in iis luculentissime apparerent. Phaenomenon hoc, dummodo disquisitio aliqua animi attentione instituatur, facillime explicari potest, oritur enim ex umbra, quam iniquitates jam commemoratae faciei et externae et internae annuli descripti efficiunt; inde etiam harum striarum lineamenta externa parum definita et magnus numerus pendent.

Corpus modo descriptum, quod probabiliter nomine cellulae osseae (a Meyero et Koellikero) insignitum viris doctis jam innotuit, equidem, quum nomen cellulae

osseae opinione, illud ex corpusculis cartilagineis oriri, secundum observationes meas nequaquam probata nitatur, nomine ***glomerulorum*** vel fortasse melius ***globulorum*** substantiae osseae in ossificatione versantis nuncupabo. Horum globulorum diametros longitudinalis 0,00714 usque ad 0,01275 l. P., diametros latitudinalis 0,00612 usque ad 0,0102 l. P. longa est; corpusculorum radiatorum in iis contentorum diametros longitudinalis 0,00306 usque ad 0,00408 l. P. longa est, diametros latitudinalis 0,00255 usque ad 0,00306 l. P.; globuli parietum crassitudo media est 0,00357 l. P.

Tertia regio segmenti a me definita, in qua corpuscula radiata inesse jam sine ulla dubitatione manifestum est (C), eo insignita esse solet, quod lacunis oblongis, plerumque parallelis decurrentibus, passim vero inter se conjunctis perrumpitur, quas cava medullaria esse contentis ipsarum evidenter demonstratur. Media earum longitudo est 0,0765 l. P., media latitudo 0,0255 l. P. Hujus regionis imago microscopica clarissima est, si haud multum medullae in cavis continetur, quum haec deficiente pelluciditate et situ suo distorto partes, quas accurate disquirere gravissimum est, inter se obtegat. Etiam hic usus solutionis in centum partibus decem partes kali puri continentis adjumentum praestantissimum est, quo efficitur, ut regiones incrustatae quamvis jam ex parte elementis terrenis liberatae splendore suo lucido magnifice eluceant. Tum enim, praecipue pressione leni praeparati adhibita, facile cognoscitur, cava medullaria oblonga plerumque ad corpuscula cartilaginea vel capsulas osseas in acervos dispositas se applicantia corpusculis subrotundis cincta apparere, quae eo loco, quo se invicem tangunt, inter se conflata ad latus a cavo medullari aversum limitibus semicircularibus vel semiellipticis prominent et unum, duo vel plura corpuscula oblonga magis minusve denticulata continent, quibus ipsa corpuscula radiata repraesentantur (s). Haec organa sunt cellulae osseae, quas Koelliker proprie hoc nomine significare solet, quarum speciem paulo minus excultam nomine glomerulorum a nobis nuncupatam jam commemoravimus. Si segmentum crassius evasit, non raro in cartilaginis margine plures prominentiae horum glomerulorum semiglobosae, aliae super alias positae, conspiciuntur, quarum eae tantum, quae sub ipso microscopii foco collocatae sunt, luculenter apparent, reliquae vero minus distincte perlucent. Inter hos limites osseos cavorum medullarium, ergo nominatim inter glomerulorum prominentias semiglobosas angustior latiorve stria hyalinae substantiae fundamentalis cartilaginis percurrit (o). Haec stria, quo longius ab ossificationis margine versus os remota est, eo angustior fit. Hic etiam conjunctiones pontium instar inter finitimorum cavorum medullarium globulos per mediam substantiam hyalinam percurrentes cernuntur. Si etiam longius progrederis, tandem omnes glomeruli inter cava medullaria siti conflati sunt et cava medullaria jam magis in compacta substantia ossea collocata esse videntur. Ubi adhuc latior stria substantiae fundamentalis hyalinae inter cavorum medullarium glomerulos percurrit, interdum corpuscula cartilaginea prorsus nondum mutata vel solitaria vel in acervos congregata inveni (q). Praeterea non raro in media substantia hyalina inter hujus regionis cava medullaria glomeruli

animadvertuntur vel solitarii vel in acervos ita conjuncti, ut iis locis, ubi se invicem tangunt, omnino conflati appareant et tantum in externis acervi limitibus semiglobosi promineant (conf. Tab. I. fig. 4. t). Porro in segmentis crassioribus nominatim in margine cavorum medullarium medulla privatorum angustius latiusve segmentum faciei internae limitum osseorum conspicitur, in qua non raro globulorum corpuscula radiata perspici possunt.

Habitus microscopicus globulorum nonnullis locis, nominatim ibi quoque, ubi cava medullaria usque ad cartilaginem non ossificatam se extendunt, omnino aequalis est habitui glomerulorum, quos supra descripsimus, in plerisque tamen id discrimen invenitur, quod cavum corpusculum cartilagineum minutum, cujus forma cavo respondet, continens, nisi in segmento parando remotum est, limites paulo magis denticulatos ostendit et dimensionibus suis minutum apparet. Hac re limites cavi interni globulorum magis magisque speciem corpusculorum radiatorum adipiscuntur. Etiam in glomerulorum faciebus liberis semiglobosis vel magis semiovatis, si segmenta tenuia sunt, plerumque etiam clarius, quam antea, lineamenta externa irregulari modo denticulata cernuntur, unde concludendum est, parietum globulorum non solum faciem internam ad cavum internum conversam, sed etiam externam libere ad substantiam fundamentalem hyalinam spectantem in hemisphaeriis non glabram, sed elevationibus et depressionibus instructam esse. Contra in glomerulis recentissimis, etiamsi segmenta tenuissima sunt, frustra quaeruntur phaenomena, ex quibus conjici possit, glomerulorum parietes canaliculis (corpusculis radiatis) cum denticulis cavi interni glomerulorum connexis perrumpi. Ibi demum, ubi glomeruli inter se conflari incipiunt, et in ipsa substantia ossea jam compacta vestigia horum radiorum etiam in praeparatis meis inveniri possunt. Denuo in memoriam mihi revocandum est, cujus rei jam mentionem feci, ubicunque globuli se invicem tangant et jam inter se conflati sint, nullum vestigium termini separantis animadverti, et ibi quoque, ubi glomeruli substantiam hyalinam tangant, in segmentis tenuibus faciem externam irregularem parietum eorum deficiente limite satis distincto substantiam fundamentalem hyalinam attingere, quin etiam interdum sensim in eam transire videri.

Ex descriptione segmenti longitudinalis ossificatio metacarpi facillime et luculentissime perspici potest. Praeparata sectionibus in alias directiones ductis effecta praecipue eam utilitatem praebent, ut ex iis formae corporales acervorum corpusculorum cartilagineorum et cavorum medullarium accuratius definiantur. Hoc modo in segmentis, quae sectionibus per cartilaginis crassitudinem prope ossificationis marginem ductis effecta sunt, observatur, acervos corpusculorum cartilagineorum in praeparatis tenuissimis maxima ex parte corpuscula cartilaginea circa centrum disposita offerre, vel, si segmenta crassiora sint, in forma acervorum circularium vel ellipticorum magis minusve regularibus finibus cinctorum, ex corpusculis cartilagineis, quorum alia aliis superstrata sunt, compositorum, apparere. Acervorum maximorum diametros longi-

tudinalis longa est 0,02805 l. P., latitudinalis 0,0255 l. P., minores vero ostendunt diametrum longitudinalem 0,01683 l. P., latitudinalem 0,01581. Acervi ex seriebus longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum compositi omnino non vel saltem parum clare animadvertuntur. Ex hoc corpusculorum cartilagineorum habitu in segmentis transversis, si phaenomena in segmentis longitudinalibus obvia comparantur, facile intelligitur, corpuscula cartilaginea proprie in series longitudinales simplices vel pluribus stratis compositas, ossis axi longitudinali respondentes, disposita esse, et acervos ac symplegmata corpusculorum cartilagineorum circa centrum ordinatorum etiam in segmentis transversis cartilaginis necessario apparere. Etiam circa cava medullaria in segmentis transversis saepius limites magis minusve irregulares, circulares vel elliptici, conspiciuntur, ita ut eorum quoque forma principalis existimanda sit tubulus parietibus sinuose decurrentibus formatus. Tubulorum media diametros longitudinalis longa est 0,051 l. P. media diametros transversa 0,0382. Axis eorum longitudinalis directionem axis longitudinalis ossis sequitur.

Segmentum longitudinale ex corpore ossificari incipiente vertebrae canis neonati desumptum (Tab. I. fig. 2).

Columna vertebralis, ex qua hoc segmentum excisum est, maxima ex parte adhuc cartilaginea fuit. Tantummodo media pars demum corporis vertebrarum in os mutata erat, ita ut hic nucleus osseus cartilagine adhuc plane cinctus, ergo etiam ab arcu et processibus massa cartilaginea interposita separatus esset. Columna vertebralis in linea mediana corporis dissecta est, et sectiones ad efficienda praeparata eo loco, ubi cartilago in os corporis vertebralis transit, parallelae lineae medianae ductae sunt.

Segmenta ex hac regione petita in rebus summis easdem rationes ostendunt, quas segmenta metacarpi, quae modo descripsimus. Ad iconem delineandam segmentum elegi, in quo capsulae osseae quidem minus luculenter perspiciuntur, quam in metacarpo modo descripto, contra vero eo pulchrius et clarius elucet, quae ratio formationis acervis corpusculorum cartilagineorum cum cavis medullaribus inter ossificationem intercedat. Ne, quae jam exposita sunt, repetam, in descriptione ea potissimum phaenomena commemorabo, quae a phaenomenis in metacarpo observatis ratione memoratu digna discrepant.

Etiam hic evidenter tres regiones distingui possunt, cartilago pura (Tab. I. fig. 2. A), cartilago cum incipiente incrustatione (B) et os fere perfecte efformatum (C). In regione prima corpuscula cartilaginea locis ab ossificationis puncto remotissimis sine certo ordine et diversissimis formis praedita altera juxta altera in substantia fundamentali posita sunt (a). Maxima eorum ostendunt diametrum longitudinalem 0,006 l. P., transversam 0,003 l. P. In vicinia marginis ossificationis magnitudo eorum

aucta est, ita ut hic maxima diametrum longitudinalem 0,0081 l. P. et transversam 0,007 l. P. praebeant. Ut supra jam commemoravimus, crescentibus corpusculis cartilagineis et quidem praecipue eorum diametro transversa, phaenomena annuliformia in conspectum veniunt, quae quidem, quantum fieri potuit, etiam in icone huic cummentationi addita repraesentata sunt. Hic etiam corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos locum habet, atque in hoc quidem segmento ex columna vertebrali petito illa fere omnia in series longitudinales ordinata sunt (h), quae tam ex corpusculis cartilagineis integris, quam ex cavitatibus cartilagineis in parando segmento contentis suis privatis et propterea tantum lacunas exhibentibus compositae sunt (g). Hi acervi longitudinales mediam diametrum longitudinalem 0,0357 l. P., transversam 0,01785 l. P. ostendunt. Habitus corpusculorum cartilagineorum in serie ejusmodi plane idem est, qui in praeparato, quod prius descripsimus. Hic quoque substantia fundamentalis inter singulos acervos aucta esse videtur, quamquam, si eam metimur, maxima substantiae fundamentalis latitudo inter acervos non major est, quam inter singula corpuscula cartilaginea solitaria. Manifesto autem elucet, quo magis ad os appropinquetur, eo latiorem fieri substantiam fundamentalem (e).

In regione *media* (B) hic rursus capsulae osseae conspiciuntur, quarum in icone praeparati electi paucae tantum se ostendunt (i). Secundum mensiones capsularum ossearum in diversis segmentis disquisitis a me institutas maximis est diametros longitudinalis 0,008 l. P., transversa 0,007 l. P.

In *tertia* (C) et ultima segmenti regione, in qua ossificationis processus jam longius progressus est, statim rursus cava medullaria in conspectum veniunt, quibus substantia fundamentalis perrupta apparet (l). Iis media longitudo est 0,01377 l. P., latitudo 0,01785 l. P., et singula cava medullaria connexum inter se habent. Limites cavorum medullarium magis minusve sinuosi sunt et lamella ossea, quae splendore lucido insignis est, formantur. In segmentis crassioribus, in quibus haec lamella ossea per se tenuis majorem faciem lucentem offert, vel etiam magis secundum faciem conspicitur, limites cavitatis medullaris in forma striae characteristico splendore lucido excellentis apparent. In segmentis tenuibus haec lamella ossea speciem praebet lineamenti tenuissimi distincte denticulati. In lamella ossea non animadvertuntur glomeruli, sed passim in vicinia limitum etiam in conjunctione cum lamella ossea initio globuli solitarii, postea series continua globulorum (s) apparent, omnino eodem modo, quo in metacarpo, ut supra diximus, se offerunt. Inter capsulas osseas cava medullaria cingentes substantia fundamentalis immutata est (o) et nominatim ejusdem indolis hyalinae, cujus in cartilagine non ossificata est. In ea haud raro corpuscula cartilaginea adhuc simplicia et immutata observantur, nec non globuli et solitarii et in acervos conflati. Versus os jam efformatum substantiae fundamentalis latitudo minuitur et globuli cum corpusculis radiatis finitimorum cavorum medullarium jam conspicuis magnitudine crescentes inter se appropinquant et ad formationem massae osseae compactae coalescunt. Ex mensionibus a me institutis efficitur, maximis globulis esse

diametrum longitudinalem 0,0132 l. P., transversam 0,0122 l. P. cum corpusculo radiato praedito diametro longitudinali 0,0056 l. P., transversa 0,00317 l. P. Globulorum parietes 0,00408 l. P. crassi erant.

In praeparato icone nostra repraesentato attentio etiam convertenda est ad rationem, quae cavis medullaribus cum acervis corpusculorum cartilagineorum et capsularum ossearum intercedat. Manifesto cernitur, hos acervos ex seriebus admodum vicinis cavorum cartilagineorum cum corpusculis cartilagineis partim immutatorum partim in capsulas osseas transformatorum compositos cava medullaria directe attingere, et quidem ita, ut media pars acervi corpusculorum cartilagineorum in spatium internum cavi medullaris medulla impletum, partes externae vero acervi in cavi medullaris stratum terminale externum procedant. In aliis segmentis clarius, quam in praeparato icone nostra repraesentato, series capsularum ossearum perspiciebatur.

Segmenta transversa, quae ad illustranda phaenomena in segmentis longitudinalibus observata nobis paravimus, in corporibus vertebrarum nullam differentiam alicujus momenti ostendebant. In illis quoque acervi e seriebus longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum compositi et cava medullaria simili modo formata animadvertuntur. Inde concludendum est, corpuscula cartilaginea in acervis ita esse ordinata, ut in segmentis et longitudinalibus et transversis in series congregata appareant. Porro inde elucet, formam corporalem tam acervorum corpusculorum cartilagineorum, quam cavitatum medullarium cum capsulis osseis in universum formae lentis similem esse.

Segmentum e loco, ubi os ischii foetus septem mensium cum osse ilii ad formandum acetabulum conferente se conjungit, desumptum (Tab. I. fig. 4).

In osse innominato, ex quo hoc segmentum petitum est, ossa tria ipsum formantia in accetabulo interposita massa cartilaginea adhuc longe distabant. Sectio facta est per marginem ossificationis ossis ilii in acetabulo et quidem ita, ut directionem horizontalem sequeretur.

Segmenta ossea ex hac regione sumpta praecipue formis regularibus cavorum medullarium modo formari incipientium insignia sunt. Itaque, ne, quae jam exposita sunt, repetam, quum phaenomena hic quoque in rebus summis eadem sint, quae in segmentis metacarpi, potissimum phaenomena ad cava medullaria pertinentia respiciam.

Mensiones in regione ab ossificationis puncto remotissima, ubi corpuscula cartilaginea sine certo ordine substantiae fundamentali inserta sunt, a me institutae has mensuras praebent: Maximo corpusculo cartilagineo hujus regionis est diametros longitudinalis 0,006 l. P., transversa 0,003 l. P. In vicinia marginis ossificationis maximum corpusculum cartilagineum offert diametrum longitudinalem 0,007 l. P., transversam 0,004 l. P. In acervis etiam hic corpuscula cartilaginea plerumque in series ordinata apparent. Neque tamen in acervis ex seriebus longitudinalibus compositis diametros longitudinalis admodum praevalet, ita ut acervi limitibus magis ellipticis interdum adeo paene circularibus instructi appareant. Eorum longitudo variat inter 0,00918 et 0,02856 l. P., latitudo inter 0,00765 et 0,02295 l. P.

In regione *media* segmenti (B), ubi ossificatio incipit, in his praeparatis cava medullaria (l) pulcherrima modo se formantia observantur. Illa in his segmentis plerumque limites fere ellipticos sinuose decurrentes ostendunt, qui interdum etiam magis in longum protracti sunt, interdum ad formam circularem propius accedunt. Cavitatum medullarium parietes tenuibus lamellis osseis constituuntur, quae prout segmentum tenuius vel crassius est, jam in forma lineamenti tenuis distincti, jam in forma striae characteristico splendore lucido excellentis conspiciuntur. Cum lamella ossea haud raro capsulae osseae (i), quin etiam globuli ossei conjuncti apparent (r). Etiam in substantia fundamentali hyalina adhuc plane immutata, quae inter cava medullaria percurrit, capsulae osseae et solitariae et in acervos congregatae, nec non immutatae cavitates cartilagineae cum corpusculis cartilagineis reperiuntur (q). Cavorum medullarium diametros longitudinalis variat inter 0,0153 et 0,0239 l. P., transversa inter 0,0122 et 0,01887 l. P.

Ad hanc regionem mediam numerosis cavis medullaribus se formantibus maxime insignem ea se applicat, in qua ossificatio jam magis progressa est (C). Indoles characteristica etiam hujus regionis est, quod in cavorum medullarium limitibus globuli luculenter animadvertuntur, qui plane ejusdem habitus sunt, cujus in praeparatis jam descriptis. In substantia fundamentali hyalina inter cavitates medullares interjecta hic non raro glomeruli et solitarii et compositi in conspectum veniunt. Si longius progrederis, interstitia inter cavitates medullares glomerulis inter se conflatis cum manifestis corpusculis radiatis occupantur, nec amplius immutata snbstantia fundamentalis hyalina conspicitur. Globulorum diametros longitudinalis variat inter 0,006 et 0,0107 l. P., transversa inter 0,005 et 0,0096 l. P.; corpusculorum radiatorum, quae in globulis insunt, diametros longitudinalis variat inter 0,00255 et 0,00357 l. P., transversa inter 0,0015 et 0,00255 l. P.

In praeparatis directionem contrariam sequentibus, ita ut sectionibus lineae medianae corporis parallelis effecta sint, rationes a modo descriptis non admodum differunt. Itaque necesse est acervos corpusculorum cartilagineorum et cava medullaria formam formae ovatae magis minusve similem ostendere, nisi quod limites semper sinuosi sint.

Segmentum ex nucleo osseo inter ambos condylos epiphysis femoris infantis neonati interjecto petitum (Tab. I. fig. 3).

In infante neonato, qui legitimo graviditatis tempore finito in lucem editus est, ambo condyli ossis femoris adhuc omnino cartilaginei sunt, atque in hac portione cartilaginea inter ambos condylos interjecta, ut satis constat, nucleus osseus porosus magnitudinis lentis parvae situs est, cujus facies lineam horizontalem corporis sequuntur. Sectio ad paranda praeparata jam describenda ad perpendiculum lineae medianae corporis parallela ducta est.

Etiam in hoc segmento sub microscopio observatur, corpuscula cartilaginea locis a nucleo osseo remotioribus solitaria, quo propius ad nucleum osseum accedatur, eo magis paulatim magnitudine crescere. Maximis corpusculorum cartilagineorum locis a nucleo osseo remotis obviorum est diametros longitudinalis 0,008 l. P., transversa 0,005 l. P., contra maximis eorum, quae in vicinia marginis ossificationis deprehenduntur, diametros longitudinalis 0,0096 l. P., transversa 0,007.

Maxime memorabile in segmentis hujus nuclei ossei est, quod corpusculorum cartilagineorum solitariorum bina quidem vel terna alterum prope alterum collocata sunt, quin etiam interdum plura eorum magis inter se appropinquant, nusquam vero ex illis veri acervi qualescunque componuntur.

In his segmentis regio media, in qua ossificatio incipit, minus evidenter discreta est ab ea, in qua ossificatio jam longius progressa est, et ab ea, in qua illa omnino nondum incepit. Attamen semper in limitibus cavorum medullarium globulis maximo ambitu cinctorum versus cartilaginem nondum ossificatam ea organa, quae incipientem ossificationis processum indicant, mediae cartilagini immutatae inserta apparent. Passim conspiciuntur cava cartilaginea vel solitaria (d), vel bina et etiam plura alterum propius ad alterum admota (b), stria annuliformi splendore suo characteristica (i) vel limitibus distincte expressis linearibus, interdum denticulatis, cincta (h), atque in iis capsula ossea modo orta cognoscitur. Etiam globuli ossei et solitarii (r) et conflati (s, t) undique cartilagine nondum mutata adhuc cincti cernuntur (o). Passim denique in eadem regione cartilago lacunis minoribus vel majoribus plerumque admodum irregulariter formatis perrupta conspicitur, quae aut limitibus tenuibus, linearibus, distincte expressis, denticulatis (m), aut omnino vel ex parte stria illa latiore, splendore lucido characteristico insigni, cinctae (l) et in segmentis crassioribus medulla repletae apparent, quas civitates medullares modo se formantes esse, concludendum est, et in segmentis crassioribus et medulla in ipsis contenta et nitentibus limitibus annuliformibus facile intelligitur. In segmentis tenuissimis substantia fundamentalis simpliciter perforata esse videtur, et saepe tantum adhibitis magna opera maximaque attentione ex signis supra jam allatis tenuis lamella ossea,

quae jam circa cavitatem medullarem exstat, cognoscitur (m). Mensiones docent, maximis capsulis osseis esse diametrum longitudinalem 0,01 l. P., transversam 0,009 l. P.

Regio, in qua ossificationis processus jam magis progressus est (C), etiam hic rursus cavis medullaribus globulis magis minusve perfecte cinctis (l), quae ab initio adhuc cartilagine immutata sejunguntur (o), et passim solitariis ponticulis osseis, in quibus globuli conflati luculenter apparent, insignis est. Cava medullaria saepe inter se conjuncta et forma omnino irregulari praedita longitudinis incertae sunt, et hic saepe jam latitudinem 0,0765 l. P. attingunt. Ceterum in massa cartilaginea majora cava medullaria separante semper denuo minora cava medullaria inveniuntur. Globulorum diametros longitudinalis variat inter 0,012 et 0,0178 l. P., diametros transversa inter 0,0107 et 0,0137 l. P. Corpusculorum radiatorum, quae in globulis insnnt, longitudo variat inter 0,003 et 0,0035 l. P., latitudo inter 0,002 et 0,0025 l. P.; media crassitudo parietum globulorum est 0,004 l. P.

In praeparatis, quae sectionibus perpendicularibus lineae medianae parallelis effecta sunt, in rebus summis eadem observantur, quae in segmentis modo descriptis. Itaque, quum cavorum medullarium forma admodum irregularis appareat, difficile est, certam quandam formam universalem eorum constituere. Phaenomena, quae rationem propiorem et propriam inter cava cartilaginea cum corpusculis cartilagineis et cava medullaria magna obtinentem indicent, in his praeparatis reperiri non possunt. Minora vero cava medullaria hic, ut in aliis praeparatis, evidenter phaenomena ostendunt, e quibus cava medullaria e cavitatibus cartilagineis oriri concludi possit.

Segmentum e cartilagine thyreoidea partim ossificata, postquam acido muriatico imbuta est, sumptum (Tab. II. fig. 1).

Magni momenti sunt disquisitiones cartilaginis thyreoideae ossificari incipientis, quare illae recentioribus temporibus fere a quovis anatomo, qui ossificationis precessum accuratius investigavit, commendatae sunt. Neque tamen negligendum est, cartilaginis thyreoideae ossificationem non esse normalem, neque, quod quidem jam sola contemplatio cartilaginis thyreoideae ossificatae diversorum hominum et habitus portionum ossearum unius ejusdemque cartilaginis docet, respectu puncti, unde ossificationis processus incipiat et ad quod progrediatur, certam regulam, ut cartilagines, quae ex norma ossificentur, observare, sed multiplicibus variationibus obnoxiam esse. Itaque haud certo exspectari potest, fore, ut in vicinia portionis ossificatae, quae reperta est, alia portio hujus cartilaginis in ossificationis processum intrans deprehendatur.

Jam oculis non armatis facile distinguuntur duae substantiae osseae, quarum altera spongiosa plurimum adipis continet et simul semper praevalet, altera, magis

subalbida apparens, compacta passim in cartilaginis marginibus et in vicinia substantiae spongiosae cartilaginis invenitur.

Segmenta *), quae cartilaginis faciei parallela ex regione parata sunt, in qua substantia spongiosa et substantia compacta finitimae sunt et etiam varii gradus processus ossificationis exhibentur, sub microscopio haec phaenomena offerunt. In segmentis ejusmodi celerrime distinguuntur substantia compacta, substantia spongiosa cum variis gradibus ossificationis in proxima vicinia, si qui adsunt, et cartilago hyalina nondum ossificata.

Catilago hyalina maxime differt a substantia hyalina cartilaginis, quae ex norma ossificatur. Praecipue in segmentis crassioribus halones lucidi subrotundi vel polygonii, pentagonii vel hexagonii, 0,00153 usque ad 0,00306 l. P. lati animadvertuntur (v), qui in parte sua interna singulos, binos vel ternos acervos corpusculorum cartilagineorum continent (b), quorum minoribus longitudo est 0,01173 l. P., latitudo 0,0102 l. P., majoribus longitudo 0,0255 l. P., latitudo 0,01785 l. P. Inter hos halones lucidos substantia cartilaginis fundamentalis granulosa, ut videtur, fibrosa (x) percurrit, quasi rete macularum subrotundarum vel polygoniarum, in quibus halones siti sunt, formans. Inter alios halones haec massa, ut videtur, fibrosa latior est, inter alios angustior, ad minimam latitudinem reducta. Interdum adeo conspicitur, intra halones inter corpusculorum cartilagineorum acervos similes, quamvis minus insignes tractus, ut videntur, fibrosos permeare, et in halone majore magis minusve obscure halones minores circumscribere (x). Primo adspectu hi halones modo descripti imaginem microscopicam cavorum in striata illa substantia fundamentali contentorum offerre videntur. Haec falsa opinio imprimis probabilis fit, si, quod quidem nominatim in segmentis crassioribus occurrit, halonum limites quasi lineamentis externis accurate distinctis delineati apparent. Si vero microscopii focum quam accuratissime ita collocamus, ut halonum limites versus substantiam striatam sitos bene perspicere possimus, et praecipue tenues portiones marginales praeparati contemplamur, in quibus halones libere jacentes, ex parte aperti, quasi accisi, nunquam vero cava aperta, conspiciuntur: facile nobis persuademus, phaenomena halonum et substantiae inter eos interjectae tantummodo ex diverso habitu substantiae fundamentalis cartilaginis hyalinae oriri, quae substantia in vicinia acervorum ex corpusculis cartilagineis compositorum hyalina et omnino pellucida, locis autem striatis in massam, ut videtur, fibrosam transformata est. Num vere fibrae adsint, in dubio mihi relinquendum est; saltem ne in tenuissimis quidem hujus substantiae segmentis, in quibus ejus pelluciditas ita augetur, ut, nisi adhibita diligentia aliqua, a substantia fundamentali hyalina distingui nequeat, organa fibrosa certo demonstrari potuerunt.

---

*) Segmenta cartilaginis thyreoideae semper ante investigationem in spiritu vini rectificatissimo coquenda sunt, ut adipe liberentur.

Acervi corpusculorum cartilagineorum in his segmentis cartilaginis faciei parallelis fere semper videntur cavum commune habere, nec tamen difficile est, microscopii foco vario modo collocato, intelligere, singula corpuscula cartilaginea non in eadem planitie sita esse, sed altera alteris imposita observationi microscopicae offerri, ita ut a solvenda quaestione, num corpuscula cartilaginea vere in uno cavo sita sint, hic ut in aliis casibus jam commemoratis abstinendum sit. Accuratiorem corpusculorum cartilagineorum descriptionem omitto, quum, quomodo se habeant, satis notum sit. Maximis eorum est diametros longitudinalis 0,0102 l. P., transversa 0,00765 l. P. Praeter hanc substantiam cartilagineam non raro in vicinia substantiae osseae compactae cartilago hyalina cernitur, in qua halones non apparent et corpuscula cartilaginea solitaria vel in acervos aggregata, partim se invicem obtegentia, substantiae fundamentali hyalinae pellucidae inserta sunt (y).

Substantia ossea compacta (z) striis parallelis insignita apparet, et, quae quidem huic habitui respondet, structuram pluribus stratis compositam prodit. Si locus observationi objicitur, ut in icone commentationi nostrae addita, ubi in substantia ossea compacta inspissatio adhuc progreditur, versus cartilaginem hyalinam stratum glomerulorum uno vel pluribus corpusculis radiatis instructorum, partim conflatorum, partim adhuc liberorum, vel saltem semiglobosorum, in substantiam fundamentalem hyalinam prominentium animadvertitur (α). Etiam capsulae osseae ejusdem habitus, quem supra descripsimus, cum notis illis lineamentis annuliformibus splendentibus interdum inveniuntur.

Substantia ossea compacta, ubi reperitur, semper substantiam osseam spongiosam directe tangit, sed saepe accidit, ut substantia spongiosa sola disquisitioni se offerat vel ad summum limites singulis glomerulis conflatis praetextos habeat. Substantiam osseam compactam liberam, quae nusquam ad substantiam spongiosam se applicaret, neque in tenuioribus neque in crassioribus segmentis unquam inveni.

Substantia ossea spongiosa (β) primo adspectu offert speciem retis maculis majoribus vel minoribus formati (ε), quae aut vacuae aut cellulis medullaribus (p) repletae sunt. Saepe etiam majores lacunae in substantia spongiosa deprehenduntur, quae non omnino clausae sunt, sed in maculas minores exeunt; quamquam in dubio relinquendum sit, nonne hae lacunae modo artificiali diruptis maculis minoribus ortae sint. In segmentis crassioribus nunquam non fieri videtur, ut passim loco macularum corpuscula obscura, granulosa, subrotunda vel angulosa, maculis magnitudine aequalia, conspiciantur (γ), vel ut macula lamella granulis tenuibus constante expleta (δ) appareat. Etiam fibris ossis spongiosi retis formam referentis passim lamellae latiores angustioresve margine plerumque rupto praeditae adhaerent (η). Accuratiore disquisitione phaenomenorum enarratorum facile cognoscitur peculiaris conditio propriae substantiae osseae spongiosae. Corpuscula illa obscura sunt cellae clausae, ex substantia ossea formatae, subrotundae vel polygoniae, medulla impletae. Ubi ma-

culae lamella granulosa expletae apparent, cella ex parte aperta et medulla emota est. Ubi tractus retiformes lamellis marginalibus instructi in conspectum veniunt, segmenta tenuia harum capsularum, quibus adhuc particulae parietum abruptae adhaerent, haec phaenomena provocant. Itaque substantia spongiosa habenda est pro systemate cellarum apium favis similium, quarum cava medulla expleta sunt. Hoc cavitatum systema etiam eo apium favis simile est, quod septa (η) inter singulas cavitates interjecta simplicia sunt, neque suos quodque cavum sibique proprios parietes habet. Lamellae quam tenuissimae sunt, ita ut in specioso segmento transverso ne satis perspicuis quidem lineamentis duplicibus cingantur, attamen granulis minimis, interdum paulo majoribus instructae esse videntur. Vestigium corpusculi cartilaginei aut radiati in his lamellis non cernitur. Plerumque septa crassiora apparent, quam re vera sunt, quoniam in parando segmento per sectionem margines magis dirumpuntur, quam dissecantur, et praeterea fortasse etiam umbra lamellae facie provocata confert, ut crassiora videantur. Macularum longitudo variat inter 0,00765 et 0,0255 l. P., latitudo inter 0,00612 et 0,02295 l. P.

Restat adhuc, ut ad limites substantiae spongiosae attentionem nostram convertamus. Ad substantiam compactam cellarum parietes tam arcte se applicant, ut inter eos et substantiam osseam compactam, decursum parallelum sequentem, finis certus distingui nequeat, et lamellae sub angulo abeuntes quasi processus substantiae compactae esse videantur. Ubi substantia spongiosa cartilagini hyalinae finitima est, limitibus sinuosis, qui capsulis respondent, instructa est, atque hic lamellae osseae cellarum substantiam hyalinam tangentium distinctis finibus ab hac substantia secernuntur. Saepe hic cellae nonnullae substantiae spongiosae, quasi processus massae principalis, per longius spatium in substantiam cartilagineam procurrentes cernuntur. In proxima denique vicinia substantiae spongiosae interdum corpuscula solitaria, obscura, subrotunda, granulis majoribus constantia, deprehenduntur, quae omnino habitum capsulae clausae et medulla impletae substantiae spongiosae cohaerentis ostendunt (y). Corpuscula ejusmodi, quae saepius in segmentis, sectione per cartilaginis crassitudinem ducta effectis, mox describendis animadvertuntur, eo ipso loco sita sunt, ubi in aliis casibus corpusculorum cartilagineorum acervi esse solent. Illa quoque adhuc halonibus cincta sunt et in ambitu interdum juxta has capsulas etiam corpusculum cartilagineum solitarium vel acervus eorum conspicitur. Haec corpuscula subrotunda magnitudine fere aequalia sunt maximis cavis cartilagineis, et, quod quidem praecipue e segmentis cartilaginis thyreoideae postea describendis elucet, cartilaginum, quae ex norma ossificantur, capsulas osseas cellulis medullaribus impletas repraesentant.

Segmentum cartilaginis thyreoideae acido muriatico non imbutae (Tab. II. fig. 2).

Ut dispositio corpusculorum cartilagineorum in acervis accuratius perspiceretur et cognosceretur, ad efficienda haec praeparata sectiones per substantiae crassitudinem, margini posteriori parallellae, ductae sunt. Neque substantia ossea spongiosa, neque compacta in his segmentis phaenomena offert, quae ulla re majoris momenti a phaenomenis in segmentis acido muriatico imbutis apparentibus differant. Imago microscopica substantiae dissectae minus perspicua est faciesque obscuras ostendit, atque in substantia ossea notus ille habitus granulosus fortiorque splendor lucidus apparet, quod quidem maximam partem tantum inde pendet, quod solida substantia ossea cultro magis dirumpi, quam acute dissecari potest.

Majoris contra momenti phaenomena praecipue iis locis cartilaginis sunt, ubi ossificationis processus incepit. Praeter corpuscula cartilaginea solitaria (d), quae saepius in vicinia substantiae osseae compactae reperiuntur, etiam hic rursus acervi eorum in longum protracti cernuntur (c). Illi hic quoque halonibus cincti sunt, sed hi halones non ita circumscripti sunt limitibus circularibus vel polygoniis, ut diversae diametri aequales maneant, sed, quod quidem formae acervorum corpusculorum cartilagineorum respondet, semper formis in longum protractis insignes sunt. Horum halonum latitudo variat inter 0,00357 et 0,00561 l. P. Acervi corpusculorum cartilagineorum halonibus inclusi compositi sunt, constant enim singulis acervis simplicibus aliis post alios collocatis (c), qui passim magnitudine magis minusve inter se differunt. Praeterea halones saepe sinus exteriora versus procurrentes, singulis acervis minoribus respondentes, ostendunt, qui nominatim conspiciuntur, ubi hi acervi simplices variae magnitudinis sunt (v). Inter hos sinus exteriora versus procurrentes siti sunt alii sinus, qui saepe admodum profunde in interiora halonum descendunt, ita ut acervi simplices alii post alios collocati cum halonibus suis ad formandum acervum compositum oblongum cum halone suo quasi paulatim inter se appropinquavisse et se conjunxisse videantur. Haec sententia etiam eo probatur, quod pars substantiae fundamentalis, quae fibrosa esse videtur, inter halones percurrens interdum tractum non admodum perspicuum transverse per acervum compositum transmittit, eoque duos acervos simplices deinceps sequentes sejungit. Praeterea mihi addendum est, corpuscula cartilaginea in singulis acervis simplicibus arctissime congregata esse nec raro ex parte altera alteris tegi et fere in una cavitate communi sita esse videri. Attamen jam in segmentis crassioribus praeparatorum per coctionem in spiritu vini rectificatissimo adipe liberatorum, microscopii foco varie collocato, cognosci potest, substantiam fundamentalem magis minusve profunde inter corpuscula cartilaginea se insinuare et saepe in forma septi tenuis duo corpuscula cartilaginea

deinceps sequentia separare. In tenuibus autem segmentis et nominatim in praeparati marginibus corpusculorum cartilagineorum acervi ita apparent, ut, quod etiam in icone nostra cernitur, singula totius acervi corpuscula cartilaginea inter se sejuncta esse luculenter perspiciatur.

Habitus halonum et corpusculorum cartilagineorum in segmentis faciei cartilaginis parallelis cum eorundem habitu in segmentis modo descriptis accurate comparatus docet, qua ratione acervi cum halonibus suis in cartilagine thyreoidea dispositi sint. Manifestum est, corpuscula cartilaginea, in acervos simplices conjuncta, in directione diametri per cartilaginis crassitudinem permeantis alia post alia collocata esse. Itaque in segmentis huic directioni respondentibus corpuscula cartilaginea alia post alia sita conspiciuntur et quidem inserta substantiae fundamentali hyalinae ipsa cingenti, halones constituenti, et in forma columnarum eam substantiam fundamentalem, quae fibrosa esse videtur, percurrenti. In segmentis faciei cartilaginis parallelis adspectus nobis paratur in harum columnarum axem, unde plerumque parum clara imago corpusculorum cartilagineorum, quorum alia super alia strata sunt, oritur. Hae columnae, ut supra indicavimus, eo ortae esse videntur, quod simplices corpusculorum cartilagineorum acervi cum substantia sua fundamentali hyalina inter se appropinquaverunt et se conjunxerunt. Praeterea in segmentis faciei parallelis columnae ipsae jam minore jam majore spatio distabant et in communi halone majore halones minores, inter quos substantia fundamentalis fibrosa fere omnino evanuerat, conspiciebantur. Hinc concludi potest etiam singulas substantiae fundamentalis hyalinae columnas cum acervis corpusculorum cartilagineorum, quos continent, paulatim evanescente ea parte substantiae fundamentalis, quae fibrosa videtur, inter se appropinquare et in columnas compositas halone communi circumdatas coire.

Praeter cava cartilaginea cum corpusculis cartilagineis, quae supra descripsimus, iis locis, ubi ossificationis processus vividior est, alia cava cartilaginea animadvertuntur, in quibus signa incipientis ossificationis apparent. Conspiciuntur enim, ut in icone huic commentationi addita, tractus longitudinales binis, ternis vel etiam quaternis cavis cartilagineis, quae irregulariter alterum juxta alterum collocata sunt, compositi, et circa quodlibet eorum halo, qui granulis parvis (d), lineamentis externis obscuris et distinctis circumscriptis, circiter magnitudine corpusculi molecularis praeditis, formatur, ita ut saepe habitus microscopicus cavorum cartilagineorum cum corpusculis cartilagineis tantum parum perspicue recognoscatur. Interdum etiam unum alterumve cavum cartilagineum, granulis occultatum, annulum splendentem ostendit, qualem in capsulis osseis videmus (n). Num corpuscula cartilaginea in his tractibus oblongis ubique adhuc substantia fundamentali hyalina interposita inter se disjuncta sint, ut res se habent, difficile est dignoscere. In finibus acervi, ubi nonnulla corpuscula cartilaginea liberius procedunt, utique cartilaginis substantia fundamentalis adhuc inter corpuscula cartilaginea se insinuans cernitur. Utcunque res est, comparatio tractus ejusmodi corpusculorum cartilagineorum granulis cincti cum seriebus

longitudinalibus corpusculorum cartilagineorum granulis carentium, quae in aliis casibus in substantia fundamentali reperiuntur, vix ullam dubitationem relinquit, quin corpusculorum cartilagineorum acervi in una serie siti alius proxime ad alium admoti sint, fortasse adeo ita, ut septa inter singula corpuscula cartilaginea interjecta passim evanuerint, et quin simul circa corpuscula cartilaginea halo parvis globulis obscuris compositus exstiterit. Globuli ipsi, quorum modo mentionem fecimus, habita ratione limitum cum adipis globulis confundi possint, attamen eorum lineamenta externa etiam magis obscura sunt, eorumque habitus magis splendet. Quum segmentis in spiritu vini rectificatissimo coctis neque evanescant neque mutentur, substantia adiposa constare nequeunt; contra vero illi adhibito acido muriatico evanescunt, et propterea in segmentis ex cartilagine acido muriatico imbuta paratis nusquam conspiciuntur. Hinc sequitur, eos utique terram osseam continere. Jam vero quaeritur, utrum pura frustula calcis exhibeant, an incrustationes substantiae fundamentalis in forma parvorum globulorum sint, ergo praeter calcis frustula etiam substantiam fundamentalem cartilaginis contineant. Quum, ubicunque substantia cartilaginea incrustata est, elementis terrenis auxilio acidi muriatici extractis substantia cartilaginea antea incrustata omnino non insignis sit habitu granulato, conjici fere possit, frustula calcis se non conjunxisse cum substantia fundamentali cartilaginis. Saepe etiam haec calcis frustula intra cavum cartilagineum esse videntur. Ubi corpuscula cartilaginea cum his granulorum coronulis conferta alia prope alia et super alia collocata sunt, difficile est dignoscere, utrum hoc vere ita se habeat, an falsa specie decipiamur. Reperiuntur vero praeter tractus oblongos accumulatorum corpusculorum cartilagineorum etiam corpuscula cartilaginea solitaria vel in acervos, qui facile perspici possint, congregata, quae sub microscopio eundem habitum ostendunt. Hic jam facilius persuadere nobis possumus, granula illa tantummodo extra cava cartilaginea sita esse. Omnis vero tollitur dubitatio, si contingit, ut segmenta tenuia cavorum cartilagineorum, qualia in segmentorum marginibus occurrunt, observationi offerantur. In illis enim saepe luculentissime conspicitur, granulorum coronam in proxima cavorum cartilagineorum vicinia decurrere (ϑ).

Si forsitan dubium sit, num granula modo commemorata ad transmutandam cartilaginem in substantiam osseam compactam vel spongiosam directe conferant, in aliis corpusculis in cartilagine obviis haec vis non est negligenda. Non raro enim observantur halones oblongi ejusdem formae, cujus illi sunt, quos in cartilagine nondum ossificata inveniri supra diximus. Loco cavorum cartilagineorum in illis halonibus contentorum hic animadvertuntur capsulae osseae (n) quasi seriem continuam constituentes prorsus ejusdem habitus, cujus capsulae substantiae osseae spongiosae, si excipis, quod in singularum capsularum vicinia frustula calcis dispersa apparent (ϑ), attamen plerumque minus frequentia, quam circa corpuscula cartilaginea, quae supra descripsimus. Etiam acervi simplices et capsulae osseae solitariae cernuntur plane ejusdem habitus, cujus haec organa sunt in cartilaginibus, quae ex

norma ossificantur, et tantum eo insignes, quod in vicinia frustula calcis quamvis hic quoque minus numerosa inveniuntur. Annuli splendentes, quibus capsulae osseae circa cava cartilaginea formatae excellunt, tam characteristici sunt, ut per eos capsulae osseae a cavis cartilagineis nondum ossificatis cum contentis ipsorum facile dignoscantur. Halo quidem calcis frustulis constans, qui capsulam osseam cingit, si frustula illa admodum numerosa sunt, disquisitionem difficiliorem reddit, attamen, foco microscopii assidue mutato, nihilominus capsula ossea formata magnifico splendore suo in forma annuli per frustula perlucere solet. Semper facile est capsulam osseam ex hoc annulo splendente cognoscere, si in praeparato fortuito persecta explorationi offertur. Si praeparatum modo tenuissimum capsulae osseae segmentum praebet, illa, ut solet, in forma lineae distincte expressae apparet, in cujus vicinia in casu ejusmodi coronulae frustulorum calcis decurrunt. Ubi capsulae osseae in acervos congregatae sunt, capsularum ossearum splendor speculi instar renidens et loca umbrosa inter eas sita imaginem microscopicam ita confundunt, ut annulorum phaenomena magis minusve occultentur (n). Interdum etiam solitarii globuli ossei jam efformati deprehenduntur.

Mensurae partium modo descriptarum cum iis congruunt, quas in segmentis prius descriptis attulimus.

Segmentum e squama ossis occipitis foetus trium mensium cum dimidio (tres pollices cum dimidio longi) desumptum (Tab. II. fig. 4).

Sectio per mediam protuberantiam occipitalem directione verticali ducta est, ita ut partes squamae protuberantiae proxime adjacentes disquisitioni offerantur. Regio protuberantiae occipitalis ipsius et quae inde ad foramen magnum se extendit, centralem substantiam cartilagineam hyalinam continet; pars squamae supra protuberantiam occipitalem, ut omnia ossia tegentia cranii, substantia cartilagini fibrosae simili constat, quam Reichert, vir clarissimus, et A. Bidder cartilaginem membranaceam nuncupaverunt. In ossibus parietalibus, osse frontali, aliisque puncta ossificationis jam exstiterant. In squama quoque ossis occipitis nucleus ossificationis sursum et deorsum se extendens inerat. Squamae portio superior ab inferiore facile defrinigitur, ita ut ad parandum segmentum squama ex cranio caute desumpta laminae guttae perchae, quam vocant, agglutinanda fuerit.

In segmentis, praecipue kali imbutis, in *inferiore portione* squamae facile cognoscitur centralis substantia cartilaginea hyalina maximam partem nondum ossificata (a), quae et extus et intus strato corticali tegitur, quod cartilagine membranacea constat (M). Centralis massa cartilaginea hyalina deorsum versus foramen magnum

eximia corpusculorum cartilagineorum parvitate insignis est. Haec arctissime conferta sine certo ordine collocata sunt et diametrum longitudinalem 0,0015 l. P., transversam 0,001 l. P. ostendunt. Sursum corpuscula cartilaginea paulatim magnitudine crescunt et in vicinia nuclei ossificationis usque ad diametrum longitudinalem 0,007 l. P., transversam 0,006 l. P. aucta apparent. Strata corticalia, cartilagine membranacea constantia, quorum internum (μ) crassius est, quam externum (π), granulata et striis parum perspicuis, segmenti marginibus parallelis, insignita apparent, et plerumque demum imbuta kali et aqua jodata postea addita corpuscula cartilaginea parva, solitaria, ostendunt (y), quorum pleraque in segmento icone nostra repraesentato limitibus oblongo-ovatis circumdata sunt. Minimis eorum est diametros longitudinalis 0,0025 l. P., transversa 0,0015 l. P.; maximis diametros longitudinalis 0,004 l. P., transversa 0,0025 l. P. Quamquam primo adspectu centralis substantia cartilaginea hyalina habitu microscopico substantiae suae fundamentalis a cartilaginis strato corticali maxime differt, tamen e segmentis tenuibus cognoscitur, utriusque substantiam fundamentalem omnino continuo alteram in alteram transire, et alterius corpuscula cartilaginea alterius ita attingere, ut transitus evidenter perspiciatur.

Si ad superiorem portionem segmenti progredimur, in regione protuberantiae occipitalis eum locum offendimus, ubi squamae pars antea cartilagine hyalina constans jam ossificata est (C). Si ossificatio, ut in praeparato nostro, jam paulo magis progressa est, in parte media hujus loci cavum medullare (l) marginibus osseis denticulatis et sinuosis cinctum inveniri solet, quod non raro nominatim in parte inferiore nonnullis lamellis interiora versus procurrentibus loculatum apparet (τ). A parte superiore, exteriore et interiore illud strato magis minusve crasso substantiae osseae compactae (z), corpusculis radiatis (u) insignitae, finitum est; infra conspicitur substantia cartilaginea finitima, quae modo ossificatur (B). Haec posterior portio viciniae cavi medullaris, si minus accurate consideratur, habitu microscopico cum cartilagine finitima adhuc admodum congruit, nam tantummodo cava cartilaginea cum contentis suis majora facta esse videntur. Diligentior tamen inspectio docet, capsulas osseas (i) circa ea jam ortas esse, quae quidem characteristicis limitibus annuliformibus splendentibus manifestantur. Praeterea etiam singularum capsularum magnitudo major apparet, quam cavorum cartilagineorum nondum mutatorum. Denique animadvertitur cava cartilaginea cavitatibus medullaribus proxima non corpuscula cartilaginea continere, sed substantiam magis granulatam, quod quidem semper ita se habere solet, ubi cavi cartilaginei contentum in medullam transformatum est. Hae capsulae osseae adhuc temere et sine ullo ordine, ut cava cartilaginea ipsa, aliae juxta alias et supra alias sitae sunt, et praeterea inter capsularum ossearum annulos adhuc substantia fundamentalis hyalina immutata reperitur. Versus cavum medullare tamen haec omnino evanuisse et capsulae osseae ita se invicem tangere videntur, ut systema cavorum osseorum apium favis simile iis formetur. Ex his locis nonnullae lamellae in cavum medullare procurrunt (τ) et in segmentis saepe speciem laciniarum retis

dirupti exhibent, quod nihil aliud existimandum est, quam segmentum tenue cellulosi systematis ossei ex parte destructi. Ubi haec substantia ossea spongiosa, quae, ut ita dicam, in formatione ipsa versatur, stratum osseum compactum tangit, habitus ejus alius est. Hic enim capsulae osseae minores sunt, plerumque corpusculum cartilagineum marcidum continent, et inter se conflatae sunt, massa ossea vero ex his coalitis capsulis osseis orta in substantiam fundamentalem massae compactae directe continuatur (B). Cava ejus forma sua habitui corpusculorum radiatorum eo similiora fiunt, quo propiora sunt substantiae osseae compactae. Si inter has capsulas osseas jam inspissatas adhuc cartilaginis substantia fundamentalis hyalina immutata restaret, illae etiam hic eo loco, ubi transitus in stratum corticale ossis fit, in forma globulorum osseorum apparerent.

Ambo strata ossea compacta (z) cavitatem medullarem utrimque includentia in tractu angusto jam in lateribus modo descriptae partis cartilaginis hyalinae ossificari incipientis initium capiunt, et supra cavitatem medullarem, postquam se conjunxerunt eamque clauserunt, plerumque per tenuem lamellam osseam compactam cohaerent cum locis osseis, quae in squamis membranaceo-cartilagineis supra protuberantiam occipitalem inveniuntur. Ex faciebus ad spatii medullaris cava conversis lamellae nonnullae procurrunt, quibus efficitur, ut cavitatis medullaris limites proximi denticulati et sinuosi appareant (τ). Prope facies hujus strati cartilaginei a cavo medullari aversas, et quidem in majore crassitudine prope internum stratum osseum, stratum corticale nondum ossificatum substantiae fundamentalis cartilagineae squamae decurrit, cujus habitus microscopicus in segmentis cum habitu strati corticalis supra descripti, quod in inferiore squamae portione reperitur, omnino congruit. Limites inter compactam substantiam osseam et hoc stratum corticale in segmentis crassioribus quidem conditione ossis satis manifesto indicantur, attamen in segmentis tenuibus alteram substantiam paulatim in alteram transire videmus, quae transeundi ratio praecipue eo adducitur, quod non solum utriusque partis substantia fundamentalis deficientibus limitibus distincte perspicuis altera in alteram transit, sed etiam corpuscula cartilaginea substantiae corticalis in vicinia compactae substantiae osseae magnitudine et splendore prae ceteris corpusculis cartilagineis excellunt (y).

In squamae portione m e m b r a n a c e o - c a r t i l a g i n e a, ut in aliis cranii ossibus, ossificatio retis speciem praebet, quamquam etiam nonnulla loca ossificata solitaria neque jam ad formandum rete usurpata observantur. In squama hic nucleus ossificationis retiformis, vel saltem nonnulla loca ejus in vicinia, ut jam commemoravimus, semper cum compactis stratis osseis in protuberantia occipitali continuo cohaerent. In segmentis ita paratis, ut quae a nobis disquisita sunt, initia ossis fere in media parte substantiae fundamentalis membranaceo-cartilagineae orta esse videmus. Plerumque haec initia in forma compactarum massarum osscarum ovatarum apparent, quae aut sine ulla conjunctione alterae alteras sequuntur, aut angustis striis osseis inter se conjunctae sunt. Prope protuberantiam occipitalem ejusmodi insula ossea vel per

ipsam vel per ejusmodi striam osseam intime conjuncta est cum compacto strato osseo, quod cavitatis medullaris limites efficit. Portio cartilaginis membranaceae nondum ossificata inter insulas osseas se insinuat et sine intermissione in strata corticalia inferioris squamae portionis cartilagineae hyalinae continuatur. Habitus microscopicus horum duorum organorum plane idem est. Progredientem ossificationis processum in hac regione difficile est certo persequi, nisi quod observatur in segmentis tenuibus, in vicinia loci ossificati substantiam ossificatam paulatim, ita ut transitus accurate perspici nequeat, in cartilaginem membranaceam non ossificatam transire, et plerumque, ut in superficie substantiae compactae, in vicinia cavitatis medullaris modo descriptae corpuscula cartilaginea proxima magnitudine et splendore excellere (y).

Segmentum transversum ex diaphysi ossis tubulosi acido muriatico imbuti infantis neonati desumptum (Tab. II. fig. 3).

Segmentum ex strato corticali ossis petitum est. Segmentum transversum elegimus, quoniam in illo nonnulla phaenomena apparent, quae in segmento longitudinali difficile et saepe omnino non conspiciuntur.

In ipsa superficie praeparatum segmentum periostei ostendit (P). Deinde sequitur stratum multo tenuius substantia constans, quae in osse exculto deest et cartilagini membranaceae ossium cranii simillima est, quapropter eam hic quoque substantiam fundamentalem membranaceo - cartilagineam strati corticalis ossis appello (M). Tum sequitur segmentum strati corticalis ex parte jam plane efformati ossis tubulosi (O).

Periosteum maximam partem tela conjunctiva constat; numerosis lamellis telae elasticae ita percurritur, ut lamellae in diversis stratis inter se conjungantur et fibrarum elasticarum tractus axi longitudinali ossis paralleli decurrant (v).

Substantia membranaceo-cartilaginea nondum ossificata (M), ut jam commemoravimus, a cartilagine membranacea ossium cranii textura sua vix differt, nisi quod substantia fundamentalis paulo manifestius striata apparere videtur. Corpuscula cartilaginea, praeparato kali imbuto et aqua jodata postea addita, praesertim in segmentis tenuibus clarius conspiciuntur. Versus periosteum illa in his segmentis in longum protracta, fusiformia, interdum paululum denticulata apparent; versus substantiam osseam nonnulla eorum magnitudine et splendore excellunt. Tam versus periosteum quam versus substantiam osseam in segmentis crassioribus singularum partium limites satis distincte expressi cernuntur, contra in segmentis tenuibus versus utramque partem limites tam obscuri sunt, ut interdum constitui prorsus non possint. Nominatim etiam versus os eadem ratio invenitur inter cartilaginem membranaceam et substantiam osseam, quam supra

in squama ossis occipitis descripsimus. Corpusculorum cartilagineorum diametros longitudinalis variat inter 0,0025 et 0,0045 l. P., transversa inter 0,0015 et 0,003 l. P.

Facere non possum, quin praeterea nonnulla alia phaenomena in finibus inter stratum corticale membranaceo-cartilagineum et substantiam osseam obvia hic commemorem. Raro segmentum transversum observationi offertur, in quo non stratum corticale membranaceo-cartilagineum per processum angustiorem vel latiorem directe et continuo magis minusve longe in substantiam osseam procurrat (M′). In limitibus processus ejusmodi aut stratum corticale continuo et directe ad substantiam osseam se applicat, ut plerumque reliquis locis fit, ubi cartilago membranacea cum substantia ossea se conjungit, aut inter substantiam osseam et partem vix mutatam processus cartilaginis membranaceae interstitium (α) animadvertitur, quod septis transversis (β) in parvas cellas divisum apparet. Maximis harum cellarum est longitudo 0,017 l. P., latitudo 0,0102 l. P. Septa singulas cellas separantia ab altera parte continuo cum substantia ossea cohaerent, et ubi incipiunt, habitu suo microscopico a substantia fundamentali ossis non differunt, ab altera parte continuo in substantiam fundamentalem cartilaginis membranaceae transeunt et saepe splendore et lineamentis externis, qualia in tenuibus lamellis osseis cernuntur, excellunt. Ex consideratione segmentorum crassiorum intelligitur, hoc interstitium septis divisum nihil esse, nisi segmentum tenue systematis vacuolorum inter processum cartilaginis membranaceae et substantiam osseam interjecti, cujus singulae capsulae saepe massa granulata repletae sint; quae tamen massa in iis contenta cujus naturae sit, in segmentis hujusmodi accuratius definiri nequit. Interdum etiam aliis locis, ubi cartilago membranacea substantiam osseam attingit, vacuola similia inveniuntur, regionique speciem praebent, quasi stratum cartilagineum et stratum osseum alterum ab altero secesserint, sed lamellis intermediis adhuc in connexu teneantur. Ceterum ejusmodi secessiones ambarum substantiarum in segmentis haud raro deprehenduntur, et, si segmentum paulo crassius factum est, praeterea aliud phaenomenon loco, ubi altera substantiam alteram tangit, observandi occasio saepe praebetur. Videmus enim, faciem ossis liberam factam nequaquam omnino planam, sed parvis prominentiis, quasi colliculis, instructam esse (γ). In aliis praeparatis has inaequalitates saepe frustra quaesivi, et ossis lineamenta externa decursum omnino aequalem et planum sequi videntur.

Stratum corticale ossis jam ossificatum (O) in universum habitum microscopicum satis notum prae se fert, quem tenuia frustula ossea ossium hujus regionis jam excultorum ostendere solent. Conspiciuntur enim lumina canaliculorum Haversii jam transverse jam oblique dissectorum, itemque passim etiam tractus canaliculorum ipsorum (δ). Cava canaliculorum Haversii aut vacua sunt, aut contentis granulosis repleta, aut denique, quod quidem nominatim in vicinia strati corticalis nondum ossificati observatur, lamellis (η) in cellas divisa apparent (ε). Lamellae ex substantia ossea prodeunt et plane eundem habitum microscopicum ostendunt, quem in parietibus vacuolorum juxta processus cartilaginis membranaceae in substantiam osseam procurrentes obviorum videmus

et supra descripsimus. In cavo canaliculi Haversii tres quatuorve cellas ejusmodi lamellis formatas limitibusque plerumque subrotundo-angulatis instructas observavi. Si segmentum crassius factum est, imago microscopica, quod quidem maxime dolendum est, contentis obscuris, granulosis, ita turbatur, ut de his cavis secundariis cavi primarii nihil certi edici possit; attamen eorum similitudo cum segmentis vacuolorum prope processus cartilaginis membranaceae obviorum probabile reddit, hic capsulas similes observationi offerri. In proxima vicinia canaliculorum Haversii concentrica dispositio substantiae osseae evidenter apparet.

Multo tamen majoris momenti aliud phaenomenon nobis esse videtur. Animadvertuntur enim aliquo intervallo a lumine canaliculorum Haversii, et aliis quoque locis compactae substantiae osseae, ut in vicinia marginis liberi, tractus striarum obscuri undulatim decurrentes (λ). Saepe hae lineae in lamellis fere concentricis circa canaliculos Haversii circumeunt. Aliquo intervallo, ubi paralleli sunt margini faciei liberae strati corticalis ossis, irregulariter per substantiam osseam percurrere videntur, quae inter lamellas canaliculorum Haversii reperitur, nec vero jam structuram lamellosam ostendit. Substantia ossea iis locis, ubi hi obscuri striarum tractus inveniuntur, adhuc sejuncta, et lineae obscurae umbrae massae osseae in fissura coëuntis necdum omnino conflatae esse videntur. Interdum etiam fissura paulo latior est et lacuna angusta inter substantiam osseam manifesto cognoscitur. Ambae massae osseae in fissura se invicem tangentes lineamentis externis decursui obscurorum tractuum striarum respondentibus instructae sunt, ita quidem, ut sinus alterius massae osseae prominentias globose exstantes alterius massae oppositae excipiant. In prominentiis semiglobosis singula vel interdum etiam plura corpuscula radiata inveniuntur (u).

Quid tractus striarum obscuri modo commemorati et habitus massae osseae in eorum vicinia significent, melius intelligitur, si attentionem nostram in certa quaedam loca substantiae osseae inter Haversii canaliculorum lamellas concentricas sita convertimus, ubi substantia ossea secundum primum adspectum lacunas irregulares ostendere videtur. Loca ejusmodi in segmentis transversis ossium tubulosorum saepissime animadvertuntur (ϑ). Eorum latitudo variat inter 0,00204 et 0,01479 l. P. Illa formae sunt maxime variabilis, modo enim in longum protracta, modo in spatium minimum reducta apparent. Semper vero observatur, substantiam osseam has lacunas, quae videntur, cingentem marginibus sinubus convexis praeditis instructam esse, sive, ut aliis verbis utar, substantiam osseam prominentiis minoribus vel majoribus versus spatium cavum semiglobosam procedere. Quicunque descriptiones hucusque a nobis propositas attento animo legerit et consideraverit, eum fugere non poterit, has prominentias semiglobosas globulis sive glomerulis osseis supra a nobis descriptis omni ratione aequales esse (s). Earum diametros longitudinalis inter 0,0102 et 0,0153 l. P., transversa inter 0;00867 et 0,01275 l. P. variat. Similitudo harum prominentiarum cum glomerulis illis etiam magis manifesta fit, si jam cognoscimus, has lacunas re vera tantum speciosas esse et aqua jodata adhibita animadverti posse, eas substantia car-

tilaginea omnino esse impletas. Quum evidenter eluceat, iis esse similem habitum cum ***spatiis interglobularibus*** in substantia eburnea obviis, quae Czermak (Zeitsch. für wiss. Zoolog. Vol. II. fasc. IV. p. 310) nuper accuratius descripsit, ***eodem nomine*** eas nuncupabimus. Decursus horum spatiorum interglobularium, si ea per majorem longitudinem persequi possumus, ei omnino similis est, quem tractus striarum obscuri undulatim decurrentes supra descripti sequuntur, nec fugere nos potest, hos tractus tantummodo eo exstitisse, quod massae osseae spatium interglobulare ejusmodi includentes paene omnino altera ad alteram appropinquaverint. Formae intermediae satis crebro inveniuntur. Interdum etiam massa ossea in vicinia horum spatiorum interglobularium tractui corpusculorum cartilagineorum respondenti inspersa apparet. Aliquoties etiam observavi, in medio spatio interglobulari lato massam osseam subrotundam, solitariam, duobus vel tribus corpusculis radiatis praeditam inesse (t). Massa ossea ejusmodi prorsus aequalis est glomerulo composito, ex acervo corpusculorum cartilagineorum orto, quem supra descripsimus. Prominentiae subglobosae in spatiis interglobularibus saepius plura corpuscula radiata continent.

Conclusiones ex observationibus deductae.

In priore parte hujus commentationis enarravi, quae in segmentis ex iis locis cartilaginis, quae in vicinia puncti ossificationis sunt, ratione supra descripta paratis auxilio microscopii observari possint. Haec segmenta ex diversissimis ossibus hominum et mammalium petita erant, sed nihilominus in re summa ubique eadem phaenomena, etsi vario modo expressa nec semper pariter perspicua, animadvertebantur. Supra jam commemoravimus loca ossium, quae Meyer in commentatione sua de cartilagine ejusque ossificatione (Müller's Archiv 1849. pag. 292. sqq.) et Koelliker (Mikroskopische Anatomie 1850. Vol. II. pag. 362) investigando ossificationis processui aptissima esse declaraverunt. Koelliker praeterea imprimis puncta insertionis quorundam tendinum cartilaginosorum commendavit. Quod tamen ad tendines hujusmodi attinet, equidem hucusque nullum locum eorum instituendae disquisitioni aptum invenire potui. Ut jam diximus, ubique ea loca, in quibus substantia fundamentalis cartilaginis vel telae conjunctivae ossificari incipientis striata fit, ergo corpuscula cartilaginea hac substantiae fundamentalis conditione magis minusve occultantur, investigationi instituendae minime apta fuerunt. Imprimis segmenta metatarsi, metacarpi et phalangum digitorum manus et pedis, item segmenta ex marginibus ossificationis ossium pelvis in symphysi ossium pubis et acetabulo concurrentium desumpta, denique nucleum osseum inter condylos ossis femoris propter corpuscula cartilaginea minus conferta ad disquisitionem aptissima inveni. Ut ex observationibus enarratis et iconibus adjectis elucet, in ossibus aliis alia phaenomena processus ossificationis luculentius

expressa sunt; v. c. formatio substantiae spongiosae optime cognoscitur ex disquisitione cartilaginis thyreoideae, quamquam in universum ossificationis processus in hac cartilagine satis irregulariter progreditur. Segmenta longitudinalia ex finibus diaphysis ossium tubulosorum in ossificatione procedentibus petita, quae ab hujus rei perscrutatoribus ad explicandum ossificationis processum saepissime adhibita sunt, habitu suo microscopico non multum differunt a segmentis e corpore vertebrae ossificari incipiente desumpta, quae a nobis descripta sunt; quamobrem necessarium non esse duxi, separatam iconem et descriptionem eorum commentationi meae adjicere.

Quae in disquisitionibus meis observata et inventa sunt, jam quatuor rationes respiciens explanare studebo. Itaque exponam:

I. de mutationibus ipsius substantiae cartilagineae ossificari incipientis;

II. de phaenomenis incrustationibus incipientibus conspicuis (formatione capsularum ossearum), habita ratione mutationis cartilaginis in illa regione;

III. qua ratione processus ossificationis longius progrediatur et formationem cavorum medullarium globulorumque sive glomerulorum cum corpusculis radiatis adducat;

IV. quonam modo denique substantia ossea et spongiosa et compacta formetur.

I. *Mutationes substantiae cartilagineae ossificari incipientis.*

a) Cartilago hyalina.

Omnes anatomi consentiunt, hyalinam substantiam cartilagineam, antequam ipsius ossificatio incipiat, duo phaenomena ostendere, corpuscula enim cartilaginea partim magnitudine admodum crescere, partim in acervos congregari. Priusquam de his phaenomenis accuratius disseram, necesse est, sententiam meam de corpusculorum cartilagineorum habitu praemittam. Distinguo autem in corpusculis cartilagineis cava in substantia fundamentali, quae semper ***cava cartilaginea*** sive ***cavitates cartilagineas*** appello, et contenta eorum sive ***corpuscula cartilaginea*** ipsa. Ubi nullius momenti est, utrum hae duae partes distinguantur, necne, hoc posteriore nomine etiam utramque partem nuncupo. Equidem non magis, quam Bergmann (l. l. pag. 37), circa corpuscula cartilaginea parietes inspissatos (membranam cellularem inspissatam scriptorum), quibus fines inter illa et substantiam fundamentalem constitui dicuntur, cognoscere potui. Arbitror potius, notum illud phaenomenon annuliforme circa corpuscula cartilaginea esse phaenomenon opticum, quod in aliis casibus efficiatur faciebus cavitatis concavis speculi instar splendentibus, in aliis fortasse etiam faciebus convexis corpusculorum cartilagineorum lucem frangentibus, in aliis denique duplicibus speciosis vel etiam veris lineamentis diversae amplitudinis segmentorum unius ejusdemque cavi cartilaginei, quae in imagine microscopica speciem praebeant, quasi in una eademque planitie sita sint, et observatores ad concipiendam opinionem induxisse videantur, segmenta mem-

branarum cellularium crassitudine sua annuli latitudini respondentium animadverti. Si segmentum cartilaginis hyalinae admodum tenue evasit, ut supra jam diximus, certissime cognoscitur, phaenomena annuliformia circa cavitates cartilagineas evanuisse, quamquam praeter corpuscula cartilaginea nihil ex iis amotum sit. Circa ipsa corpuscula cartilaginea libera semper desunt phaenomena annuliformia, exceptis iis casibus, in quibus, ut in cartilagine thyreoidea, massa nucleum cingens magna consistentia gaudet, et imago optica hujus massae nucleum includentis in forma annuli apparet. Facere non potui, quin hoc loco haec praemonerem, quum etiam in contemplando et describendo processu ossificationis magis provecto nullum phaenomenon cognoverim, quod ejusmodi strata parietes peculiares circa cava cartilaginea constituentia (membranas cellulares inspissatas) indicaret, et propterea postea nusquam eorum mentionem fecerim. In contento cavi cartilaginei, sive ipso corpusculo cartilagineo, tantum nucleum et massam eum involventem cingentemque, magis minusve pellucidam, granulatam, distinguere possum, quamquam negare non ausim, in hac massa nucleum involvente membranam exstare posse.

Quod jam ad corpusculorum cartilagineorum *incrementum* attinet, mensuram definire difficile est, quum corpuscula cartilaginea diversis formis praedita et praeterea etiam habita ratione observatoris vario situ collocata sint, ita ut nunquam certo affirmare possis, diametros veras justasque in mensionibus respectas esse. Haec causa esse videtur, cur hujus rei perscrutatores plerumque hic a mensionibus abstinuerint. Bidder, vir clarissimus, refert, diametrum corpusculorum cartilagineorum, quum antea 0,0004 l. P. sit, ad 0,0014 l. P. et quod excurrit crescere, maximas tamen diametros mensus est in cavis cartilagineis, quae ex conflatione plurium cavorum orta esse ipse arbitratur (Zur Histogenese der Knochen. Müller's Archiv. 1843. pag. 382). Equidem ubique in diversis regionibus corpusculorum cartilagineorum magnitudinem mensus sum. Ex mensuris segmentorum descriptioni a me adjectis intelligitur, si maximarum diametrorum longitudinalium et transversarum ratio habeatur, maximas diametros longitudinales in universum 0,002 l. P., maximas diametros transversas 0,003 l. P. et quod excurrit augeri. Attamen propter causas, quarum supra mentionem feci, mensionibus haud multum auctoritatis tribuendum est. Nec tamen facere possum, quin commemorem observationem ex his mensionibus redundantem. Si enim omnium maximae diametri longitudinales et transversae singulorum corpusculorum cartilagineorum longe ab ossificationis margine distantium et proxime ab eo sitorum inter se comparantur, elucet, ubique in corpusculorum cartilagineorum augmento minorem diametrum transversam pro rata parte plus crescere, quam diametrum longitudinalem. Hinc concludendum est, crescente corpusculorum cartilagineorum magnitudine, etiam formam eorum paululum mutari, ita quidem, ut, dum increscant, simul crassiora et ampliora fiant, ergo plerumque, quum primarie formam lentis vel segmenta ejus ostendant, jam formae globi vel segmentis ejus similiora evadant.

Alterum phaenomenon, cujus omnes viri docti, qui hanc rem perscrutati sunt,

in mutatione cartilaginis ossificari incipientis mentionem faciunt, id est, quod corpuscula cartilaginea in *acervos* aggregantur.

Jam Valentin de venusta dispositione corpusculorum primariorum substantiae pellucidae inspersorum, quae quidem corpuscula nihil aliud esse possunt, quam corpuscula cartilaginea, et de transitu eorum in substantiam osseam loquitur (Handbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Berlin 1835. pag. 260).

Miescher corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos clare observavit (De inflammatione ossium eorumque anatome generali. Berolini 1836. pag. 17 et 21). Idem Meckauer vidit, qui praeterea dicit, acervos lineamentis rotundis et ovatis inclusos esse (De penitiori cartilaginum structura symbolae. Vratislaviae 1836. pag. 3 et 12).

Detecta cellula organica elementari, anatomi ad eam quoque quaestionem, qua ratione acervi corpusculorum cartilagineorum orirentur, attentionem suam adverterunt.

Schwann in dubio relinquit, utrum corpuscula cartilaginea in acervos congregata evolutione cujusvis cellularum acervi in cellula materna, an irregulari inspissatione parietum cellularum in varias partes producantur, an denique substantia intercellularis aliquam partem majoris momenti in hoc processu habeat (Mikroskopische Untersuchungen. Berlin 1839. p. 30). Ex ejusdem viri sententia in cartilaginibus permanentibus substantia fundamentalis ex coalitu membranarum cellularium inspissatarum adjuvante vel non adjuvante substantia intercellulari oritur, in iis vero cartilaginibus, quae postea ossificantur, substantia fundamentalis cartilaginea praecipue ex substantia intercellulari formata est (l. c. pag. 37), ita ut in his cartilaginibus tantummodo hypothesis restet, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos formatione cellularum maternarum vel adjuvante substantia intercellulari effici. Attamen Schwann proclivis est ad credendum, in cartilagine arcuum branchiarum et ossium cranii larvarum ranarum diversam evolutionem substantiae intercellularis inter cellulas non esse causam irregularis distributionis corpusculorum cartilagineorum (l. c. pag. 21).

Gerber sententiam profert, ubi ossificatio incipiat, cellularum acervos arctius confertos esse et magis magisque perspicue linea subtili includi, quae quidem linea probabiliter cellulam maternam, cartilagine in foetu oriente formatam, intra quam ad cartilaginem amplificandam cellulae secundariae paulatim ortae sint, indicet (Handbuch der allgemeinen Anatomie. Bern, Chur und Leipzig 1840. pag. 101).

Henle arbitratur, phaenomena ad cellularum acervos pertinentia vario modo explicari posse. Statui enim posse, binas usque ad quaternas cellulas secundarias in cellula materna generatas paulatim eam explere et depellere suique juris fieri, deinde vero strias substantiae intercellularis inter eas existere, cet. (l. c. pag. 805). Sed etiam plane contrario modo processum perfici posse; fieri enim posse, ut pons angustus substantiae intercellularis inter binas cellulas resorbeatur, cellulae se invicem tangant, cet. Denique eam quoque conjecturam proponi posse, prorsus nullam rationem obtinere inter cellularum dispositionem in acervos et formationem cellularum endoge-

nam, et cellulas secundarias, si quae formentur, in cellulis suis maternis oriri et nullo relicto effectu rursus evanescere (l. c. pag. 806). Postea tamen in sententia acquiescit, nonnulla corpuscula cartilaginea se extendere, in parte sua interna novas cellulas generare et coalitu in systema tubulorum (tubulorum medullarium) transire, reliqua vero in intervallis sita inspissari, corpusculorum radiatorum formationem provocare et cum substantia intercellulari coalescere. Praeterea ille affirmat, membranam cellulae maternae interdum circa acervum dignosci posse (l. c. pag. 836).

Arnold dicit, simulatque ossificatio incipiat, substantiam fundamentalem antea granulatam fibrosam fieri (Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1844. Vol. I. pag. 232); corpusculorum cartilagineorum acervos magis minusve regulariter in series dispositos esse, quare facies rumpendo effecta secundum certas quasdam directiones fibrosa et lamellosa appareat (l. c. pag. 233). In iconibus suis idem auctor corpuscula omnino libera, in cavitate communi sita, repraesentavit (Tab. III. 8).

J. Tomes mentionem non facit cellularum maternarum, sed affirmat, quamlibet cellulam cartilagineam parietibus inclusam et ab aliis interposita substantia fundamentali evidenter separatam, substantiam autem fundamentalem inter corpusculorum cartilagineorum columnas sitam auctam esse (The Cyclopaedia of Anatomy et Physiologie edided by Robert C. Todd. London 1847. Vol. III. pag. 855).

Hassal quoque censet, singula corpuscula cartilaginea in acervis portionibus interjectae substantiae intercellularis separata esse (The mikroscopic Anatomy of the human body. London 1849. Vol. I. pag. 306).

H. Meyer (l. c. pag. 317 sqq.) et Koelliker (l. c. pag. 354) constare arbitrantur, corpusculorum cartilagineorum dispositionem et in series et circa centrum formatione cellularum endogena effici, prout singulae binaeve cellulae recens formatae aut aliae pone alias collocentur, aut circa centrum ordinentur. „Die ursprünglichen Zellen (ersten Mutterzellen), Koelliker inquit (l. c. pag. 356), gehen bei diesen Vorgängen durch Verschmelzung ihrer Wände mit der Knorpelgrundsubstanz bald als besondere Gebilde unter, bald nicht, und dasselbe gilt auch von denen der späteren Generationen. Bei den rundlichen Zellenhaufen, ist, da sie kleiner sind, gewöhnlich letzteres der Fall und erkennt man meist um dieselben herum noch eine Contour, die nichts anderes als die ausgedehnte Wand der ersten Zelle ist, wogegen bei den Zellenreihen die Wände der ursprünglichen Zellen meist bis zum Unkenntlichen mit der Intercellularsubstanz verbunden sind."

Bergmann (l. c. pag. 47) disquisitionibus suis de mutationibus in substantia cartilaginea a prima origine ipsius usque ad statum plane excultum obviis probatum esse arbitratur, corpusculorum cartilagineorum acervos eo effici, quod substantia fundamentalis passim ab altera parte diminuatur, ab altera augeatur.

Satis constat, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos etiam in iis cartilaginibus inveniri, quae permanentibus adnumerentur; itaque in dubium vocari possit, num corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos ad seriem mutationum

in cartilagine, quae ossificetur, apparentium pertineat. Attamen si praeparata diversarum cartilaginum ossificari incipientium inter se comparantur, semper, quod quidem jam pridem ab hujus rei perscrutatoribus commemoratum est, animadvertitur, corpuscula cartilaginea ab ossificationis nucleo majore intervallo distantia magis solitaria esse, in ejus vicinia vero evidenter in acervos congregata. Una tantum exceptio hucusque mihi innotuit, quae prope marginem ossificationis nuclei ossei inter condylos ossis femoris observatur, quo loco minores quidem acervuli binorum vel ternorum corpusculorum cartilagineorum et adeo minor quaedam appropinquatio horum acervulorum et solitariorum corpusculorum cartilagineorum inter se animadvertuntur, nec vero distincta corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos conspicitur. Haec exceptio quidem demonstrat, corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos non esse mutationem ad absolvendum ossificationis processum omnino necessariam, idque eo evidentius, quod os femoris efformatum nulla re alicujus momenti in habitu suo differt ab aliis ossibus, quae ex cartilaginibus, in quibus corpusculorum cartilagineorum dispositio in acervos inter ossificationis processum observatur, prodierunt. Nihilominus corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos, ubi reperitur, tam manifesta et evidens est, ut eam negligere omnino non liceat. Ubi de provectiore stadio processus ossificationis loquemur, occasio nobis dabitur exponendi, quaenam rationes huic corpusculorum cartilagineorum dispositioni in acervos cum ossificationis processu intercedant. Hic non praetermittendum esse putavimus, quin corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos tanquam fere constantem mutationem substantiae cartilagineae ossificationis processum subeuntis commemoraremus. Animadvertitur vero, corpuscula cartilaginea in plerisque casibus ita ordinata apparere, ut plerumque in series longitudinales breviores longioresve singula vel bina vel terna, alternantibus passim corpusculis cartilagineis solitariis, aggregata sint. Interdum corpuscula cartilaginea etiam circa centrum congregata conspiciuntur, sed rarius, et saepe elucet, hoc phaenomenon eo provocari, quod plura corpuscula cartilaginea in series longitudinales aggregata sectione transversa dissecta sunt. Ut supra vidimus (comparetur Tab. I. fig. IV), ejusmodi segmenta transversa vestigia aggregationis corpusculorum cartilagineorum in series ostendunt, unde manifestum est, corpuscula cartilaginea in seriem longitudinalem multipliciter congregata simul etiam series transversas efficere. Praeterea hic addendum est, quod quidem ex accuratiore descriptione segmentorum metacarpi ossificari incipientis et cartilaginis thyreoideae elucet, corpusculorum cartilagineorum dispositionem in acervos ratione etiam magis complicata procedere. In cartilagine thyreoidea enim acervi corpusculorum cartilagineorum circa centrum ordinati ad series longitudinales constituendas inter se appropinquantes cernuntur, et simul tam in hac cartilagine, quam in metacarpo, animadvertitur, praeterea ejusmodi series longitudinales ratione modo dicta compositas et ipsas in vicinia marginis ossificationis alias propius sub aliis collocatas esse.

Si jam quaeritur, qua ratione hi corpusculorum cartilagineorum acervi oriantur,

equidem, quod vel ex descriptione praeparatorum a me investigatorum elucet, sententiam a plerisque viris doctis propositam, corpusculorum cartilagineorum aggregationem in acervos formatione cellularum secundariarum in cellulis maternis effici, omnino rejiciendam esse arbitror. Haec opinio ea conditione tantum probari posset, si in regione, ubi cartilago paulatim in os transformatur, ex eo loco, quo corpuscula cartilaginea solitaria et dispersa reperiuntur, usque ad id punctum, quo acervi manifesto conspiciuntur, phaenomena formationis cellularum aliquo modo animadverterentur. Si opinio illa vera esset, saltem necesse esset, in hac ipsa regione cavitates cartilagineae plura corpuscula cartilaginea libera continentes reperirentur, sed ne minimum quidem vestigium cavitatum ejusmodi deprehenditur. Ut jam in primi praeparati descriptione commemoravi, in segmentis crassioribus et nominatim in iis, ubi acervi seriebus longitudinalibus constantes directione perpendiculari ad observatorem conversi sunt, re vera species oritur, quasi plura corpuscula cartilaginea in una eademque cavitate sita sint; quod quidem phaenomenon eo provocatur, quod numerosa strata corpusculorum cartilagineorum aliud supra aliud collocata sunt, et corpuscula cartilaginea stratorum profundiorum per corpuscula superiorum et per septa substantiae fundamentalis corpuscula cartilaginea seperantia perlucent, atque ita speciem praebent, quasi acervus corpusculorum cartilagineorum arcte confertorum communibus unius cavi parietibus inclusus sit. Si tamen succedit segmentum tam tenue parare, ut tantum unum stratum corpusculorum cartilagineorum et quam tenuissimum segmentum cavi cartilaginei observationi offeratur, quod quidem mihi saepe contigit, semper corpuscula cartilaginea in cavis suis propriis sita et septis substantiae fundamentalis inter se sejuncta animadvertuntur. Omnino quidem negare non ausim, septa separantia etiam evanescere et tum omnia totius acervi corpuscula cartilaginea in cavo secundario communi sita esse posse; sed partim in disquisitionibus meis ne unus quidem casus ejusmodi mihi occurrebat, partim, etiamsi observaretur, eo nondum demonstratum esset, hanc cavitatem communem esse cavum cellulae maternae et corpusculis cartilagineis in ipsa sitis cellulas secundarias repraesentari. Quantum equidem in investigationibus meis vidi, corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos tantum eo efficitur, quod corpuscula cartilaginea in substantia fundamentali passim solitaria sita inter se appropinquant et simul magnitudine crescunt, dum substantia fundamentalis inter ipsa interjecta minuitur. Haec sententia mea partim probatur ratione, qua corpuscula cartilaginea ab initio dispersa tantum paulatim et transitus manifestos observantia in acervos congregari incipiunt, partim eo, quod secundum eandem legem propius ab ossificationis margine etiam acervi jam formati et simplices et complicati evidenter denuo inter se appropinquant. Etiam B i d d e r jam edixit, nominatim in segmentis transversis ossium tubulosorum in ossificationis processu adhuc versantium corpuscula cartilaginea ad formandos acervos inter se appropinquantia evidentissime cerni posse. Idem auctor addit, singula cava cartilaginea sensim omnino in unum cavum commune coalescere (l. c. pag. 380), de qua tamen re, ut commemoravi, equidem mihi persuadere non potui.

Secundum sententiam modo propositam de formatione acervorum corpusculorum cartilagineorum decrementum substantiae fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea acervum efficientia necessarium est. Lacunae hoc decremento factae corpusculis cartilagineis crescentibus occupari possunt. Alia quaestio est, num substantia fundamentalis extra acervum sita mutationes subeat. Respectu hujus quaestionis ex observationibus meis elucebat, si corpuscula cartilaginea in series longitudinales vel acervos aggregarentur et massa substantiae fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea ad minimum ambitum reduceretur, simul substantiam fundamentalem inter acervos crescere videri. Nominatim etiam observabatur, eam proxime ab ossificationis margine latissimam esse et ex eo loco quasi in forma cuneorum inter acervos se insinuare. Nihilominus mensiones a me saepius repetitae docuerunt, spatium inter bina corpuscula cartilaginea in ea regione cartilaginis, ubi corpuscula cartilaginea adhuc sine ordine et dispersa in substantia fundamentali sita sunt, saepe non minus esse, quam inter binos acervos. Quamquam res ita se habet, tamen substantiae fundamentalis incrementum inter acervos negari vix poterit, quum, nisi statuto hoc incremento, phaenomenon, illam versus ossificationis marginem paulatim amplificari, intelligi plane non possit; fortasse etiam conjicere liceat, dum corpuscula cartilaginea ad formandos acervos inter se appropinquantia crescant, substantiam fundamentalem non solum inter ea diminui, sed etiam, si in omnes directiones aequaliter se extendat, inter acervos necessario idem fieri. Hinc vero rursus sequitur, substantiam fundamentalem inter acervos decrescere, ergo ejus latitudinem minorem esse debere, quam inter corpuscula cartilaginea solitaria. Quum vero mensiones hoc non ita se habere demonstrent, concludendum est, substantiam fundamentalem inter acervos sitam eodem tempore augeri, quo incremento defectus compensetur. Ubi acervi simplices propius ab ossificationis margine ad constituendos acervos compositos congrediuntur, etiam substantia fundamentalis inter eos sita rursus minuatur necesse est.

Quae quum ita sint, in cartilagine, quae ossificatur, substantia cartilaginea aliis locis minuitur, aliis locis augetur, dum simul corpuscula cartilaginea magnitudine crescunt. Quaeritur jam, num in his mutationibus ratio inter quantitatem substantiae fundamentalis et corpusculorum cartilagineorum in hac substantia contentorum in universum mutetur. Jam Bidder dicit, quum in regione cartilaginis ab ossificationis margine magis distante substantia fundamentalis majus spatium occupet, quam corpuscula cartilaginea, versus ossificationis marginem paulatim rationem contrariam intrare, ita ut in ejus vicinia corpuscula cartilaginea majorem portionem cartilaginis efficiant, quam substantia fundamentalis (l. c. pag. 374 sqq.). Quum viderimus, substantiam fundamentalem inter corpusculorum cartilagineorum acervos ne ibi quidem, ubi latissima sit, substantiam fundamentalem inter corpuscula cartilaginea solitaria latitudine superare, et crescentibus corpusculis cartilagineis magnopere imminui, negari non potest, quantitatem ejus, quamvis nonnullis locis augeatur, tamen propius ab ossificationis margine in universum minorem esse, quam locis cartilaginis ab hoc margine longius distantibus.

Aliae mutationes cartilaginis ossificationem ineuntis non animadvertuntur. Substantia fundamentalis ubique habitum suum hyalinum servat nec striata evadit, quod Arnold affirmat et Koelliker quoque (l. c. pag. 357) in segmentis ossis femoris infantis duas hebdomades nati se observasse dicit. Ex cartilaginibus a me disquisitis sola cartilago thyreoidea substantiam fundamentalem striatam factam ostendit; atque ne in ea quidem directus nexus inter hanc mutationem substantiae fundamentalis et ossificationem demonstrari potest, sed illa probabiliter aetati provectiori individui adscribenda sit. Corpuscula cartilaginea sub microscopio eundem habitum offerunt, et, quod quidem jam commemoravimus, tantummodo respectu formae et magnitudinis paululum mutata sunt. Simul cum cavorum cartilagineorum amplificatione nota illa phaenomena lucida annuliformia in conspectum veniunt. Bidder (l. c. pag. 377) nonnulla corpuscula cartilaginea denticulata fieri vidit, quam mutationem observandi mihi non est oblata occasio.

b) Cartilago membranacea.

De mutationibus in cartilagine membranacea, quae vocatur, ossificationem proxime antecedentibus, nihil certi observari potest. Videtur saltem mutatio, si qua exstet, quam maxime exigua esse. Corpusculorum cartilagineorum aggregatio in acervos non animadvertitur, commemoranda vero est tam in ossibus cranii quam in strato corticali ossium tubulosorum parva auctio et amplificatio corpusculorum cartilagineorum, quae e mensionibus elucet.

II. *Phaenomena, quae eo loco cartilaginis ossificationem ineuntis apparent, ubi incrustationes incipiunt. (Capsula ossea.)*

a) Cartilago hyalina.

Primum quaeritur, quo loco substantiae cartilagineae incrustationes initium capiant.

Miescher dicit salium terrenorum depositiones in substantia fundamentali inter corpuscula cartilaginea apparere, iisque annulos corpuscula cartilaginea singula et acervos eorum includentes effici. In margine ossificationis secundum ejus sententiam ad annulos perfectos annuli semiaperti se applicant, ita ut iis margo denticulatus formetur (l. c. pag. 14 Tab. I. fig. 1). Ubi diaphysis ossis femoris cuniculi neonati epiphysin tangit, ille in segmentis longitudinalibus animadvertit, salia ossea in substantia fundamentali deposita prope ossificationis marginem in processibus, formam dentium pectinis referentibus, series corpusculorum cartilagineorum simplices duplicesque cingentibus, decurrere. In segmentis transversis ex eadem regione sumptis rursus circuli clausi et prope ipsum marginem aperti conspiciebantur (l. c. pag. 17 et 19).

Mueller, quum corpuscula radiata detexisset, quaestionem proposuit, nonne elementa terrena tempore ossificationis in iis soluta continerentur atque ex iis per substantiam fundamentalem latius diffunderentur. Attamen hanc quaestionem solvi posse negavit, quum adeo incertum esset, utrum in his corpusculis cavum inesset, necne, et num eorum parietes soli in calcem permutati essent (Poggendorff's Annalen Vol. XXXVIII. 1836. pag. 334).

Schwann arbitratur, terram calcariam in ossificationis processu primum in cellularum parietibus et substantia cartilaginea propria deponi; postea etiam cava cellularum terra calcaria impleri et simul fibras in forma stellarum ex iis prodeuntes in conspectum venire (l. c. pag. 38).

Henle de prima incrustationum origine sententiae, quam Schwann proposuit, omnino adstipulari videtur.

Secundum Bidderi sententiam depositio terrae calcariae in substantia fundamentali inter series longitudinales corpusculorum cartilagineorum incipit et deinde etiam in substantiam fundamentalem cellulas unius ejusdemque seriei separantem procedit, ita ut cellulae cartilagineae vel singulae vel plures simul massa depositis calcariis referta includantur (l. c. pag. 378).

Voetsch disquisitionibus suis in callo post ossium fracturas orto institutis invenit, primum prope internum parietem membranae cellulae cartilagineae et saepe quidem in uno tantum latere cavi cellulae incrustationes oriri, et deinde demum in substantia intercellulari salia calcaria deponi (Heilung der Knochenbrüche per primam intentionem. Heidelberg 1847. pag. 25).

J. Tomes se reperisse affirmat, primas incrustationes in substantia intercellulari apparere et deinde corpusculorum cartilagineorum parietes his incrustationibus impleri, quo efficiatur, ut nucleus in cellula contentus conspici jam non possit (l. c. pag. 855).

Hassal in investigationibus suis vidit, serierum longitudinalium corpuscula cartilaginea ossificationis margini proxima quasi in glumas osseas intrare sive vaginis ossificatis cingi. Praeterea secundum ejus sententiam extremi apices radiorum osseorum adhuc mollium in interstitia non solum serierum cellularum, sed etiam singularum cellularum penetrant (l. c. pag. 306).

H. Meyer arbitratur in ossificatione cartilaginis foetalis et crescentis primas depositiones in substantia intercellulari oriri et postea demum cellulam cartilagineam ossificari, idque vel ante parietum inspissationem, vel post eam, in quo posteriore casu parietes inspissati salibus calcariis impleantur atque ita directe parietes crassi cellulae osseae evadant. Si vero cellulae ossificatio parietibus non inspissatis intret, salia calcaria in interiore parte cellularum deponi vel prope internam faciem parietum vel ita, ut totam cellulam simul frustulis calcariis expleant. Depositiones in substantia intercellulari aut rectam lineam sequentes inter corpuscula cartilaginea procurrere per occasionem cellulas cartilagineas, quae adsint, cingentes, aut frustula calcaria corticis instar circa cellulas cartilagineas collocari. In ossificatione autem cartilaginis jam

excultae secundum ejus sententiam ratio contraria est, ita ut demum ossificatis cellulis depositio in substantia intercellulari appareat (l. c. pag. 322 sqq.).

Koelliker putat, plerumque substantiam fundamentalem prius ossificari, quam cellulas cartilagineas, ac deposita calcaria denticulos acutos efficientia inter cellularum series se insinuare infimasque earum partes modo tubulorum brevium quasi vaginulis circumvelare. Idem ibi quoque fieri, ubi cellulae magis acervos subrotundos constituant. Tantum in ossibus rhachiticis cellulas cartilagineas prius quam substantiam fundamentalem ossificari. Ad transformandas cellulas cartilagineas in cellulas osseas frustula calcaria in membrana cellulari inspissata deponi. Etiam cellulas maternas communiter cum cellulis suis secundariis hoc modo in cellulam osseam compositam transire (l. c. pag. 355 sqq.).

Quae hucusque a nobis enarratae sunt virorum doctorum sententiae de loco, quo deposita calcaria primum appareant, inde potissimum mihi ortae esse videntur, quod segmenta ad investigationes microscopicas ab iis adhibita nimis crassa fuerunt. In segmentis ejusmodi enim locus, ubi ossificatio modo incipit, occultatur, et pars, in qua ossificatio jam magis progressa est, ipsam cartilaginem nondum mutatam directe tangere videtur. Hinc species oritur, quasi substantia fundamentalis depositis calcariis impleta ratione illa a viris doctis exposita inter corpusculorum cartilagineorum acervos et inter singula corpuscula cartilaginea se insinuet. Huic speciei plerumque etiam respondere solent icones, quibus segmenta longitudinalia ossium tubulosorum in ossificatione versantium repraesentantur. In segmentis vero tenuissimis, ut in observationibus meis jam commemoravi, nullum vestigium denticulorum et processuum ejusmodi procurrentium cernitur, sed potius cartilago paulatim, ita ut transitus vix conspici possit, in os transit. Hoc igitur transitus loco primas incrustationes tam in cartilaginibus, quae regulariter ossificantur, quam in ossificatione cartilaginum permanentium (cartilaginis thyreoideae), semper in proxima vicinia cavi cartilaginei animadverti, substantia autem fundamentalis inter singula corpuscula cartilaginea eorumque acervos omnino hyalina apparuit, ut in cartilagine ossificationis processum nondum subeunte, neque ullum vestigium incrustationum conspectum est. In sola cartilagine thyreoidea etiam aliquo intervallo ab cavis cartilagineis separata deposita calcaria granulata in forma coronarum circum cava circumeuntium animadvertebantur. Neque tamen omnino certo mihi persuasum est, his granulis rationem directam intercedere cum cartilaginis transformatione in os. Quae causae dubitationem mihi moveant, postea exponam. Quocunque tandem modo res se habet, etiam in cartilagine thyreoidea simul cum coronis illis granulosis in ipsa proxima vicinia cavi cartilaginei prima illa incrustatio conspicitur, quae in omnibus cartilaginibus ex more ossificationem subeuntibus observatur. Neque ego usquam frustula calcaria in parietibus internis cavi cartilaginei (sive membrana cellulari) et libere in cavo ipso deposita vidi, cujus quidem phaenomeni Schwann, Voetsch et Meyer mentionem faciunt.

Locus igitur, unde ossificatio initium capit, secundum observationes meas ubique

et in formanda qualibet substantia ossea in proxima vicinia cavorum cartilagineorum situs est. In segmentis tenuibus eorum in forma lineae distincte expressae, tenuis, saepe denticulatae, cavum cartilagineum proxime cingentis apparet. In segmentis crassioribus cavorum ejusmodi cartilagineorum et si illa omnino integra disquisitioni microscopicae offeruntur haec ossificationis initia in forma annulorum lucidorum, splendore suo admodum characteristicorum, cava cartilaginea cingentium conspiciuntur. Hoc splendore et in tenuibus segmentis cavi cartilaginei linea illa tenui cavum cingente, quam modo descripsimus, cavum cartilagineum hac ratione mutatum a cavo nondum mutato distinguitur, cujus annuli obscuriores sunt, et cujus lineamenta externa in segmentis tenuissimis minus distincte expressa sunt et nominatim etiam parum perspicue a substantia fundamentali differunt. Haec prima ossificationis initia capsulas osseas nominavi. Jam in relatione observationum in diversis segmentis factarum has capsulas osseas accuratius descripsi. Ex tractu lineae tenuis iis respondentis, quae in segmentis tenuibus capsularum ejusmodi ossearum animadvertitur, elucet, iis proximos limites cavi cartilaginei constitui. Crassitudinem parietum capsulae osseae metiri vix potes; itaque tantum in forma lineae distincte expressae magnitudine et forma maximis cavis cartilagineis respondentis apparet. Ab initio corpusculum cartilagineum in ea adhuc immutatum jacet, nisi jam phaenomena processus ossificationis longius progressi conspiciuntur. Capsula ossea strictiore sensu non est pars corpusculi cartilaginei, sed stratum incrustatum substantiae fundamentalis cavum cartilagineum proxime cingens, neque ullo modo a substantia fundamentali amoveri potest. Itaque verum quidem est, primas incrustationes in substantia fundamentali apparere, sed illae hic accurate annexae sunt ad cava cartilaginea. Iis viris doctis, qui inspissatos parietes cellulares circa corpuscula cartilaginea inveniri statuunt, contendendum erit, primas incrustationes in his inspissatis parietibus cellularibus oriri, nam parietes illos cellulares inspissatos, qui vocantur, his ipsis locis esse dicunt. Equidem vero statim ab initio parietes ejusmodi cellulares inspissatos reperiri negandum esse putavi, neque in incipiente ossificatione ullo alio signo ductus sum, quam phaenomenis illis annuliformibus, quae, si accuratius disquiruntur, nihil esse nisi phaenomena facierum speculi instar nitentium evidenter apparet. Summa tenuitas parietum capsularum ossearum etiam crassitudini, quam statuunt, parietum cellularium inspissatorum contradicit.

De forma, quam primae incrustationes sub microscopio ostendant, qui perscrutati sunt, haec edixerunt.

Mueller affirmat, tenues lamellas osseas ex avium ossibus paratas, si per microscopium maxime amplificentur, subtiliter granulatas apparere (Miescher l. c. pag. 271).

Schwann censet, terram calcariam primum in forma granulorum solitariorum, minimorum, obscurorum apparere, atque haec granula interdum in majores acervos irregulares in substantia cartilaginea conjuncta esse; attamen in dubio relinquit, utrum haec deposita pura granula calcaria sint, quae postea aequaliter per substantiam

cartilagineam distribuantur, an haec granula cartilagini jam adstricta sint, atque habitus aequalis cartilaginis per magis provectam incrustationem ex his granulis exeuntem ossificatae quasi ex nucleis microscopicis oriatur. Aliis locis ille non vidit depositiones ejusmodi terrae calcariae in acervos accumulatas, sed tota substantia cartilaginea illas aequaliter distributas continuit, neque in iis granula perspicua dignosci poterant (l. c. pag. 33).

Arnold dicit, materiam osseam recens generatam esse subtiliter granulatam, atque in lamellas se conjungere, quae ab initio magis homogeneae et granulosae appareant, deinde vero fibrosae fiant (l. c. pag. 247).

Voetsch opinatur, granula ex liquore, quem vasa praebeant, oriri, et quidem ita, ut ex eo elementa solida in forma granulorum deponantur. Haec granula secundum ejus opinionem per continuum affluxum magnitudine crescunt et ex parte hac ipsa re inter se quasi conglutinantur (l. c. pag. 29).

J. Tomes se depositiones in forma granulorum sphaericorum vidisse contendit (l. c. pag. 855).

H. Meyer arbitratur, terram calcariam deponi in forma frustulorum granulis aut majoribus aut minimis constantium; massas calcarias non esse mobiles et liberas, sed magis minusve firmiter inter se conjunctas (l. c. pag. 314 et 322).

Koelliker dicit: „Die Kalkkrümel sind rundlicheckig von Gestalt, weiss bei auffallendem, dunkel bei durchfallendem Licht; unter CO_2entwickelung leicht löslich in Säuren und in verschiedenen Knochen verschieden gross“ (l. c. pag. 358). Alio loco idem vir doctus dicit: „Allem Anscheine nach verschmelzen die ursprünglichen Kalkkrümel nach und nach mit einander, imprägniren so, statt wie früher nur einzelne Theilchen, das ganze Gewebe der Grundsubstanz des Knorpels und verschwinden sofort als isolirt zu unterscheidende Theile. Ich bin der Meinung, dass die Kalkkörnchen von Anfang an eine Incrustation des Gewebes sind und nur ihrer Isolirtheit, Gestalt und Kleinheit wegen so dunkel erscheinen, später dagegen, wenn sie verschmelzen, das gewöhnliche Ansehn kalkartiger, organischer Theile annehmen“ (l. c. pag. 319). Simul hic auctor rejicit opinionem, haec frustula calcaria tantum in aliquod tempus oriri et postea rursus dissolvi, ut universali textus imbutioni locus praebeatur.

E disquisitionibus meis non satis mihi apparuit, qua ratione terra calcaria primum deponatur. Ossa, quae auxilio acidi muriatici terra ossea ex parte privata sunt, clarum conspectum hujus rei non praebent. Capsulae osseae plane efformatae conspiciuntur, splendore forti praeditae sunt, et, quod quidem in segmentis aptis, modice tenuibus, in quibus splendor fortis imaginem microscopicam non nimis turbat, demonstrari potest, habitum subtiliter granulatum ostendunt (Tab. II. fig. 4); sed granula solitaria vel vestigia eorum, postquam terra auxilio acidi muriatici emota est, animadvertere non potui. Saepe quidem lineamenta capsularum ossearum prominentiis denticulatis praedita cernuntur, sed, ut jam probavimus, haec conditio tantummodo inde pendet, quod in parandis segmentis stratum substantiae fundamentalis in capsulam

osseam mutatum propter consistentiam suam tenacem, qua a substantia fundamentali hyalina admodum differt, plerumque haud facile acute dissecatur, sed potius dirumpitur. Ut examinarem, num, quod quidem plurimi hujus rei perscrutatores affirmant, prima depositio terrae calcariae in forma granulorum fieret, etiam segmenta acido muriatico non imbuta disquisivi; sed ne in iis quidem solitaria granula vel frustula calcaria animadvertere mihi contigit. Loca cartilaginis incrustata maculis quidem obscuris et lucidis distincta apparent, sed has maculas tantum ex asperitatibus superficiei praeparati, quae in eo conficiendo necessario oriuntur, derivare potui. In sola cartilagine thyreoidea depositiones granulosas conspexi; sed etiam hic mihi dubitandum fuit, num his granulis ampliore ambitu circa cava cartilaginea dispersis directa ratio cum formatione substantiae osseae intercederet, nec persuadere mihi potui, ex iis in proxima vicinia cavorum cartilagineorum per coalitum capsulas osseas formari. In cartilagine thyreoidea capsulas osseas et halones granulorum simul exstare videmus, ita ut saltem non omnes granulorum halones ad capsularum ossearum formationem adhibiti esse possint, et num pars eorum ad hanc formationem contulerit, observationibus saltem evinci non potest. Si postea ossificationis processus magis progreditur, et in substantia compacta glomeruli, in substantia spongiosa autem primaria cava medullaria formantur, maxima diametros glomerulorum minor est, quam maxima diametros cavorum cartilagineorum cum granulorum halonibus, atque cava medullaria primaria, capsulis osseis adjuvantibus formata, substantiam osseam spongiosam, apium favos imitantem, constituunt, cujus parietes fere non minus tenues sunt, ita ut eos metiri nequeas, quam principales capsulae osseae. Itaque necesse est, hic substantiam fundamentalem cartilaginis inter capsulas osseas interjectam simul cum granulorum halonibus omnino evanuisse, quod quidem, quum spongiosa substantia ossea latissime pateat, de plerisque granulorum halonibus in cartilagine thyreoidea obviis dicendum est. His rebus commotus sum, ut omnino de ratione directa granulorum halonibus cum formatione substantiae osseae intercedente dubitarem.

Quae quum ita sint, adstipulari nequeo sententiae, primas incrustationes in forma granulorum et frustulorum apparere, quin etiam respectu magis progressi ossificationis processus hanc sententiam in dubium vocare coactus sum. Nam si hic esset processus normalis, quo incrustatio initium caperet, necesse esset, ubicunque illa magis progrederetur, denuo granulorum deposita apparere; neque vero ullum vestigium depositorum ejusmodi postea conspicitur. Ubi incrustatio in substantia fundamentali latius se extendit, in forma continui granulati, fortiter splendentis, apparet.

b) Cartilago membranacea.

In cartilagine membranacea prima initia processus ossificationis, ut jam diximus, haud facile cognoscere et persequi possumus. Ut satis inter omnes constat, ossificationis puncta nominatim in ossibus tegentibus cranii retis formam exhibentia in conspectum veniunt, phaenomena autem antegressa observationem fugiunt. Ubi deinde

in cartilagine membranacea ossificatio ex nucleis ossificationis amplius se extendit, animadvertitur, corpuscula cartilaginea magnitudine paululum crescentia splendore satis perspicuo insigniri. Fortasse hic splendor indicat, capsulas osseas formatas esse, ergo hic quoque incrustationem in proxima vicinia cavorum cartilagineorum initium capere. Eo tamen, quod substantia fundamentalis non pellucida est, accuratior observatio difficilis redditur. Etiam in formatione strati corticalis ossium tubulosorum phaenomenon animadverti capsularum ossearum formationem indicans. In segmento enim transverso a me descripto, ut suo loco commemoravimus, cartilaginis membranaceae processus in partem interiorem ossis ipsius procurrentes conspiciebantur, prope quos haud raro substantia spongiosa favis apium similis, aggregatis cavis medullaribus primariis constans, qualis in cartilagine thyreoidea, inveniebatur (Tab. II. fig. 3. α). Haec autem cava medullaria primaria, ut postea videbimus, ex capsulis osseis formantur. De forma primorum initiorum incrustationis in cartilagine membranacea etiam multo minus aliquid accuratius cognosci posse patet. Koelliker affirmat, antequam cartilago membranacea ossificetur, semper antecedere granulorum depositionem, quae parum distincta et sine certis finibus ad cartilaginem versus evanescat, quum in ossificatione cartilaginis hyalinae margo ossificationis semper distinctus et accurate expressus appareat (Berichte von der königlichen zootomischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig 1849. pag. 42). Equidem phaenomena ejusmodi non observavi.

Cum quaestione, in qua forma incrustationes appareant, intime cohaeret quaestio a diversis harum rerum perscrutatoribus jam saepissime agitata, utrum incrustatio pro mera depositione terrae calcariae an pro chemica conjunctione ejus cum cartilagine habenda sit. Equidem neque microscopii auxilio quidquam observavi, neque alia ratione quidquam expertus sum, quod ad solvendam hanc quaestionem conferre posset; attamen commemorandum esse mihi videtur, granula circa cavitates cartilagineas in cartilagine thyreoidea posita sub microscopio speciem offerre, quasi mera deposita substantiae calcariae sint. Si tamen praeparatum acido muriatico imbuitur, loco horum granulorum non existunt cava aëre impleta, quod quidem fieri esset necesse. Itaque etiam haec granula non sunt mera deposita terrae calcariae, sed cum substantiae cartilaginea chemice vel mechanice conjuncta sunt.

III. *Progrediens ossificationis processus; formatio cavorum medullarium et glomerulorum cum corpusculis radiatis.*

a) **Cartilago hyalina.**

E diversis sententiis de progrediente ossificationis processu propositis has afferendas esse existimo:

Gerber (l. c. pag. 104) et prioribus temporibus etiam H. Meyer (Müller's Archiv 1841. pag. 210) corpuscula radiata pro nucleis primitivarum cellularum cartilaginearum et radios pro processibus nucleorum habent.

Schwann contendit, cava cellularum terra calcaria impleta esse corpuscula radiata, fibras vero tenues e corpusculis radiatis in forma stellae excurrentes vel canaliculos e cellularum cavis in parietes cellularum inspissatos penetrantes, vel cavos cellularum processus in substantiam intercellularem progredientes, quod quidem posterius ipsi probabilius esse videtur (l. c. pag. 34 et 35).

Henle de corpusculis radiatis priori sententiae Schwannii adstipulatur, documento afferens cellulas cartilagineas epiglottidis, per quarum parietes inspissatos canaliculos ramosos e cavo centrali se extendere contendit (l. c. pag. 835).

Bidder in universum quidem cum sententia Henlii consentit, attamen declarat, sibi radiorum formationem non satis claram factam esse (l. c. pag. 387).

Arnold negat, ullam rationem inter corpuscula radiata et cellulas cartilagineas exstare et corpuscula illa lacunas inter lamellas et fibras substantia terrena expletas esse existimat (l. c. pag. 243).

Voetsch cellulam osseam inde exoriri censet, quod intra cavitatem cartilagineam granula calcaria deponantur, eamque totam, excepto parvo spatio, expleant, ad quod e cellulae osseae peripheria per depositam granulorum massam canaliculi decurrant. His lacunis in cellula ossea depositione calcaria liberis cum canaliculis corpuscula radiata formari (l. c. pag. 25 sqq.).

J. Tomes corpuscula radiata nihil esse arbitratur, nisi solas lacunas inter depositionem terrae calcariae in parietibus osseis cavorum medullarium relictas (l. c. pag. 856).

Hassal putat, cellulas osseas ex peculiaribus cellulis granulatis oriri, quae in observatione radiorum osseorum crescentium inter fibras terrenam materiam osseam depositam primum excipientes dispersae luculenter conspiciantur et postremo depositione calcaria perfecte involvantur. Quod praeterea ad cellulas osseas attinet, ille omnino congruit cum Schwannii sententia, cellulas osseas esse cellulas perfectas et earum canaliculos extensione parietum cellularum oriri (l. c. pag. 309 et 310).

H. Meyer nuperrime priori sententiae Schwannii, a Biddero quoque et Henlio acceptae, adstipulatur, quippe quam veram esse a Voetschio in callo recens formato omnino demonstratum esse censeat. Ille cellulam cartilagineam, cujus parietes depositione interna affecti sint et cujus cavitas restans corpusculum radiatum exhibeat, cellulam osseam appellat, cujus limites coalitu cum substantia hyalina evanuerint. Cellulam osseam habendam esse pro cellula canaliculis porosis instructa (l. c. pag. 295).

Koelliker denique arbitratur, se hanc sententiam de corpusculorum radiatorum formatione hucusque tantum hypotheticam in osse rhachitico per omnes singulas partes persecutam esse. Hic enim depositiones internas salium calcariorum in cellula cartilaginea (cavo cartilagineo) apparere dicit, propter quas membrana ejus una linea modica indicata crassitudine crescat et in latere interno incisuris subtilibus instructa sit. Hac ratione primum cellulas osseas oriri, deinde vero depositionibus progredientibus reliquam partem cavitatis, in qua minutum contentum cellulae cartilagineae re-

maneat, corpusculum radiatum fieri, lacunas vero inter incisuras restantes radios ejus. Cellulas maternas, quae putentur, cellulis secundariis repletas, hoc modo in cellulas osseas compositas transire. Quum vero corpusculorum radiatorum radii multiplices anastomoses inter se habeant, nec minus saepe prope ossium facies liberas internas et externas aperti sint, auctor minime dubitat statuere, canaliculos osseos in forma simplicium ramorum cavitatis osseae ortos resorptione substantiae osseae jam efformatae amplius excoli vel progredi (l. c. pag. 360 sqq.).

Quod ad cavorum medullarium formationem attinet, jam Miescher et Meckauer (l. c.) commemoraverunt, in ossibus planis ordinem, quo corpusculorum cartilagineorum acervi inter se annectantur, cum ordine, quo postea canaliculi medullares decurrant, omnino congruere. Corpusculorum cartilagineorum acervos per primas incrustationes in substantia fundamentali quasi capsulis includi, atque harum capsularum cavitates esse cava medullaria. Valentin cavitates substantiae spongiosae jam ante ossificationem in cartilagine solida oriri opinatur (l. c. pag. 261), cui sententiae Henle quoque assentitur (l. c. pag. 832 et 837). Bidder cava medullaria et canaliculos osseos demum post coeptam ossificationem primariis cellulis cartilagineis sensim coalescentibus formari observavit (l. c. pag. 384 et 389). Similes sententias etiam Tomes, Hassal et Meyer in commentationibus supra laudatis proposuerunt et singulatim explanaverunt. Illi affirmant, depositionem osseam semper ante cavorum medullarium formationem incipere, nec solum inter corpusculorum cartilagineorum acervos, sed etiam inter singula corpuscula cartilaginea ipsa locum habere. Circa cava medullaria ab initio adhuc conspici limites sinuosos limitibus totius acervi respondentes. Septa ossea inter singulas cavitates cartilagineas paulatim resorberi et spatium hac resorptione effectum medulla impleri Tomes dicit (l. c. pag. 856). Meyer addit, quum hac ratione cellulae maternae ex parte et cum ipsis pars cellularum secundariarum formatione cavorum medullarium destruantur, reliquas cellulas secundarias secundum leges universales ossificari. Contra hanc sententiam modo prolatam Arnold et nuperrime imprimis Koelliker pugnaverunt. Secundum Arnoldii sententiam cava medullaria ex resorptione substantiae osseae jam formatae oriuntur. Koelliker dicit, cava medullaria non ex coalitu cellularum cartilagineorum oriri, quod plerique anatomi adhuc crediderint, sed ex dissolutione substantiae osseae magis minusve perfecte excultae, quam principio per distantiam circiter tertiae partis lineae ab ossificationis margine omnino compactam esse ait.

Secundum ea, quae ex observationibus *meis* redundant, facere non possum, quin in descriptione progredientis processus ossificationis a capsulis osseis, quas appellavi, initium faciam. Tam in spongiosae quam in compactae substantiae osseae formatione semper capsula ossea existimanda est locus, unde mutatio exeat et progrediatur. Mutationibus, quae in ipsa ejusque contento oriuntur, et cava medullaria et glomeruli cum corpusculis suis radiatis formantur. Eo loco, ubi portio cartilaginis nondum ossificata in portionem in ossificatione jam magis progressam transit, capsulae

osseae et solitariae et in acervos aggregatae juxta immutata cava cartilaginea et acervos eorum reperiuntur. Serius ocius jam in omnibus segmentis duplex mutatio hujus capsulae osseae animadvertitur ad formationem aut cavorum medullarium aut compactae substantiae osseae. Primum mutationem ejus ad formanda cava medullaria respiciam.

In descriptione segmentorum metacarpi commemoravi, quod quidem etiam in aptis segmentis aliorum ossium conspicitur, contenta capsularum ossearum solitariarum vel in acervos compositarum jam non in forma corpusculi cartilaginei apparere, sed granulis majoribus constare, corpuscula multifaria, subrotunda, granulis similia ostendere et omnino ejusdem conditionis esse, cujus medulla in magnis cavis medullaribus juxta positis sit. Capsulam osseam hoc modo mutatam ***cavum medullare primarium*** appello. Hoc cavum constat tenuibus parietibus osseis primitivis capsulae osseae et corpusculo cartilagineo in medullam mutato. Qua ratione per cellularum formationem hoc corpusculum cartilagineum in medullam mutetur, cognoscere non potui. Haec cava medullaria ossificationis processu magis progrediente ad formandam spongiosam substantiam osseam ratione vel simplice vel magis complicata mutantur.

Processus simplicissimus in formatione substantiae spongiosae cartilaginis thyreoideae observatur. In hac cartilagine enim, ut supra enarravimus, circa corpuscula cartilaginea in acervis oblongis capsulae osseae formantur, ab initio septis adhuc separatae. Praeterea observatum est, substantiam osseam spongiosam quasi systemate cellularum ossearum apium favis similium constare, cujus singulae cellulae medulla impletae tantum simplicibus lamellis osseis inter se separatae essent, quae lamellae forma et magnitudine cum capsulis osseis congruerent. Denique diximus in vicinia substantiae osseae ejusmodi etiam capsulas osseas solitarias medulla impletas inveniri. Hinc evidenter elucet, cellulis in spongiosa substantia ossea obviis capsulas osseas in cava medullaria primaria mutatas repraesentari. Nonnullae cellulae quidem paulo majores sunt, quam corpuscula cartilaginea, sed omnino negari nequit, in conficiendo segmento fortasse nonnulla septa excidisse atque hoc modo cellulas amplificatas esse. Fortasse etiam re vera nonnulla cava medullaria primaria inter se coaluerunt, quod quidem in cartilagine hyalina ex norma ossificationi subjecta occurrere solet. Sed in re summa spongiosa substantia ossea ex cavis medulla impletis constat, quae in quolibet transitu ad cava medullaria primaria et capsulas osseas deprehenduntur. Inde de processu formationis hujus substantiae osseae haec deduci possunt. Singulae capsulae osseae in cava medullaria primaria transformatae eo, quod interjecta septa hyalino-cartilaginea resorbentur, inter se appropinquant et parietibus suis coalescunt ad constituendum systema favis simile, et quidem ita, ut nonnullis locis fortasse etiam resorptio septorum cellulas separantium locum habeat. In re summa vero spongiosa substantia ossea cartilaginis thyreoidea habenda sit pro ***systemate aggregato cavorum medullarium primariorum inter se conjunctorum.***

Ratione magis complicata in cartilaginibus hyalinis ex norma ossificationem ine-

untibus cava medullaria primaria amplius efformantur. Hic enim in plerisque casibus cava medullaria primaria in acervos congregata sunt, qui acervis capsularum ossearum, ut hi rursus acervis corpusculorum cartilagineorum respondent. Jam vero, ut in descriptione segmentorum enarravimus, processu ossificationis magis progrediente cavitates medullares majores formae diversissimae, plerumque vero formae corporali acervorum corpusculorum cartilagineorum respondentes in conspectum veniunt, porro in eorum parietibus sinus exteriora versus spectantes, qui forma et magnitudine cum cavis cartilagineis congruunt, animadvertuntur, denique in iis lamellae in spatium internum cavitatis medullaris procurrentes et vacuola his lamellis formata formam operis reticulati, quale cavitates acervi corpusculorum cartilagineorum efficiunt, referentia cernuntur. Praeterea parietes includuntur lamellis osseis, quae prorsus ejusdem indolis sunt, cujus lamellae circa capsulas osseas. Porro observatur, lamellas interiora versus procurrentes et parietes operis reticulati supra descripti, quod efficiunt, ab initio duabus lamellis osseis tenuibus, inter quas adhuc angusta septa substantiae fundamentalis hyalinae conspiciantur, constare, postea vero unam tantum simplicemque lamellam osseam apparere. Locis denique ab ossificationis margine plus distantibus lamellae procurrentes et opus reticulatum juxta internos parietes cavorum medullarium evanescunt, atque etiam cavorum medullarium parietes minus sinuosi sunt. Ex phaenomenis ergo modo dictis elucet, cavitates medullares majores ex coalitu cavorum medullarium primariorum in majus cavum medullare commune oriri. Ad efficiendum hunc coalitum probabiliter, ut in cartilagine thyreoidea, cava medullaria primaria resorptione septorum inter ipsa sitorum inter se appropinquant. Si vero deinde in substantia spongiosa cartilaginis thyreoideae parietes ossei capsularum inter se conjunguntur ad constituendum systema cavitatum favis similium et septa hoc modo inter singulas cavitates orta tantum in rarissimis casibus imminui videntur, hic septorum imminutio et resorptio praevalere et hoc modo ex cavitatibus acervi cavorum medullarium primariorum paulatim commune cavum majoris cavitatis medullaris formari videtur. Cavum medullare ejusmodi appello ***cavum medullare secundarium.*** Parietes ejus igitur segmentis ad exteriora conversis capsularum ossearum acervi cavorum medullarium primariorum constituuntur, et contentum ejus amplectitur contenta omnium singulorum cavorum medullarium primariorum in cavitatem unam conflatorum. Rarissime contingat praeparata perficere, in quibus processus formationis horum cavorum medullarium secundariorum per omnes gradus cognosci possit, quoniam in parandis segmentis lamellae tenues operis reticulati ab initio formati magis minusve destruuntur et facile etiam ex parte per medullam loco suo motam occultantur. Nihilominus haud raro contingit prope parietes cavorum medullarium reliquias operis ejusmodi reticulati destructi animadvertere, cujus phaenomeni etiam in descriptione observationum microscopicarum mentionem feci. Nominatim conferendae sunt icones praeparatorum ex metacarpo et squama ossis occipitalis petitorum (Tab. I. fig. 1. Tab. II. fig. 4).

Itaque de cavorum medullarium formatione cum iis consentio, qui eam cum

corpusculorum cartilagineorum acervis connexum habere statuunt, et simul accuratius exposui, qua ratione acervus corpusculorum cartilagineorum paulatim in cavum medullare secundarium transeat. Simul vero mihi commemorandum est, non esse necesse, omnes corpusculorum cartilagineorum acervi hunc unum formationis processum ineant, sed etiam, ut mihi quidem videntur, interdum nonnulla corpuscula cartilaginea in extremis acervi finibus sita ad formandas cavitates medullares nihil conferre, sed in glomerulos transformari, quum non raro statim ab initio in vicinia cavi medullaris secundarii et cum ejus capsula ossea conjuncti nonnulli globuli in formatione versantes conspiciantur (cf. Tab. I. fig. 4). Praeterea non est silentio praetermittendum, in nucleo osseo inter crura ossis femoris maxime insignem cavorum medullarium formationem inveniri, quamvis corpuscula cartilaginea non constituerint acervos prae aliis excellentes. Hic plerumque plura cava medullaria minora solitaria cavitates medullares majores antecedunt (cf. Tab. I. fig. 3), et mihi quidem haec majora cava eo formari visa sunt, quod minora paulatim inter se appropinquant et conjunguntur. Itaque processus, quo partes ad formanda cava medullaria adhibendae inter se appropinquant, qui in aliis casibus ante ossificationem in majore gradu observatur et inter ossificationem tantummodo augetur, in hoc casu solum inter ossificationem locum habere videtur.

Processus formationis cavorum medullarium, absoluta formatione cavorum medullarium secundariorum, quam modo descripsimus, neutiquam finitus esse videtur, nam in omnibus praeparatis conspicitur, cava medullaria secundaria inter se connexum habere cavitatesque suas etiam magis amplificare. Itaque necesse est, processu ossificationis amplius progrediente, cava medullaria secundaria eodem fere modo, marcescentibus partibus cartilagineis et osseis interjectis, inter se appropinquent, quo antea cava medullaria primaria. Huc accedit observatio omnibus anatomis nota, etiam in ossibus, quorum formatio absoluta sit, cava medullaria amplificari, simul vero eorum numerum decrescere. Itaque negari non posse videtur, in cavorum medullarium amplificatione substantiam osseam resorberi, nec vero contendere licet, sola resorptione substantiae osseae cava medullaria formari. Quod denique ad sententiam attinet, cava medullaria jam ante ossificationem in cartilagine solida in conspectum venire, ego pariter quidem, atque alii harum rerum scrutatores, passim canaliculos medullares cartilaginis, qui vocantur, observavi, neque tamen ullum connexum inter eos et formationem cavorum medullarium ossis invenire potui. Cavorum medullarium formatio prima neque ante ossificationem neque post eam locum habet, sed eo ipso tempore, quo ossificationis processus incipit.

Eodem tempore, quo cava medullaria, etiam ***glomeruli*** et ***substantia ossea compacta*** formantur, et hic processus quoque ex capsula ossea initium capere putandus est.

Ex observationibus meis supra enarratis elucet, si omittamus capsulas osseas, quarum contenta in medullam transformentur, minorem, ut videtur, numerum earum inspissatione parietum capsularum, dum simul spatium internum minuatur et corpusculum cartilagineum marcescat, in ea corpuscula mutari, quae glomerulos vel rectius

globulos osseos appellavimus. Itaque globulus osseus est corpusculum, quod certa quadam specie incrustationis substantiae fundamentalis in vicinia cavi cartilaginei simul decrescentis formatur. Apparent vero hi globuli partim solitarii, partim in acervos ita conjuncti, ut inter eos non conspiciantur limites sejungentes, partim denique et quidem frequentissime cava medullaria secundaria circumvelantes, ubi inter se et cum tenuibus parietibus osseis cavorum medullarium coaluerunt. Inter eos ubique substantia fundamentalis hyalina cartilaginis corpusculis cartilagineis instructa decurrit, donec tandem globuli inter se coaliti, in quibus corpuscula radiata paulatim manifesto in conspectum venerunt, compactam substantiam osseam inter cava medullaria sitam exhibent. Interstitia nondum ossificata, quae ab initio adhuc inter globulos reperiuntur, etiam hic jam spatia interglobularia appellare possis (cf. Tab. I. fig. 1, 2, 3, 4, o).

Formatio globulorum et corpusculorum radiatorum, quae in illis insunt, difficillima est ad persequendum. Phaenomena ad illam pertinentia, quae observavi, haec sunt: Capsulae osseae inspissantur; ab initio haec inspissatio tantummodo depositione in pariete interno effici videtur, quum globuli magnitudo cum magnitudine capsulae osseae paene congruat. Itaque globuli ab initio apparent in forma capsularum fere ejusdem magnitudinis, cujus capsulae osseae sunt, ex quibus oriuntur, sed parietibus inspissatis instructarum. Phaenomena optica in crassioribus segmentis globulorum ejusmodi, vel si integri observantur, paene eadem sunt, quae in capsulis osseis (cf. Tab. I. fig. 1 et 4), insigniuntur enim globuli annulo lato fortiter splendente, qui, si diametros maxima minus accurate microscopii foco supposita est, umbra forti versus substantiam fundamentalem terminatur. In tenuibus segmentis demum globulorum ejusmodi conspicitur, eorum cavitatem minorem esse, quam capsularum ossearum, neque jam limitibus linearibus, simplicibus, distincte expressis, sed annulo lucido, magis minusve lato, subtiliter granulato circumdari. Tum etiam simul evidentissime animadvertitur, quod in integris quoque capsulis osseis et si globuli diametros maxima microscopii foco accurate subjecta est in conspectum venit, substantiam osseam parietum inspissatorum non limitibus distinctis linearibus, sed linea irregulariter et parum distincte decurrente, versus cartilaginis substantiam fundamentalem terminari. Facies quoque ad spatium internum conversa similibus lineamentis irregularibus linearibus terminatur (Tab. II. fig. 5). Praeterea in annuli substantia non observavi texturam peculiarem. Cavum glomeruli ejusmodi in re summa adhuc formam capsulae osseae, ex qua glomerulus oritur, ostendit, sed minus est. In corpusculis cartilagineis, si omittas diminutionem, nulla mutatio majoris momenti cernitur. Ossificatione magis progrediente, globuli parietes crassiores fiunt et quidem ita, ut ab altera parte cavum ejus minuatur, ab altera simul totus globulus magnitudine crescat, id quod icones quidem tabularum nostrarum minus clare ostendunt, mensiones tamen in segmentorum discriptionibus a nobis allatae evidenter docent. Hic igitur incrustationem in parietum facie et interna et externa progressam esse necesse est. Phaenomena optica respectu limitum glomerulum a substantia fundamentali sejungentium eadem sunt. Spatium internum autem jam non

prorsus formam minutam cavi primitivi ostendit, sed prominentiis hic illic longius excurrentibus et sinubus reductis irregulare factum est, ita ut cavitatis forma jam similior sit lacunae, quam corpuscula radiata exhibent. In cavitate situm est corpusculum cartilagineum denuo corrugatum, forma cavitati respondente praeditum. Locis denique paulo plus ab ossificationis margine distantibus in glomerulis ex parte vel omnino inter se coalitis ex spatiis internis cum contentis jam evasisse corpuscula radiata cognoscitur, e quibus radii per globulorum parietes lineamentis lucidis indicatos atque etiam ultra se extendant.

Quodsi jam haec phaenomena ad formationem globulorum et corpusculorum radiatorum pertinentia comprehendimus, processus his verbis enarrari potest: Incrustatio ex capsula ossea ab initio fortius interiora versus ad cavum capsulae osseae progreditur, inter quem processum nova strata substantiae fundamentalis ossificanda simul formentur necesse est. Deinde incrustatio ad exteriora se convertit ac substantiam fundamentalem, quae jam antea ibi reperitur, occupat. Hac ratione primum corpusculum, quod globulum osseum nuncupavi, formatur, ex coalitu vero plurium globulorum ejusmodi inter se compacta substantia ossea oritur. Itaque haec nihil aliud est, quam incrustata substantia fundamentalis cartilaginis. Cavum primitivum capsulae osseae coarctatum et respectu formae irregulare factum cum corpusculo cartilagineo corrugato et fortasse etiam in aliis rebus mutato ***partem centralem corpusculorum radiatorum*** exhibet: radii ipsi ex centro hujus corpusculi ab initio non prodeunt. Formationem eorum secundum observationes nostras ita tantum animo nobis fingere possumus, ut statuamus, ex globuli cavo per resorptionem substantiae osseae compactae amplificationes et prolongationes formae ejus respondentes procedere, atque in eas etiam corpusculum cart. minutum et corrugatum processus (radios) immittere. Eandem igitur rationem obtinere conjicimus, quam Koelliker in finibus radiorum corpusculorum radiatorum valere statuendum esse duxit.

Jam sub finem hujus capitis pauca tantum mihi dicenda restant de ea opinione, qua statuitur, corpuscula radiata formari secundum analogiam cellularum cum canaliculis porosis. Haec opinio potissimum hypothesi nititur, circa cava cartilaginea parietes membrana cellulari magis minusve inspissata constitui. Supra jam hanc hypothesin secundum observationes meas mihi omnino rejiciendam esse declaravi, atque etiam hic, postquam exposui, qua ratione mutatio hujus partis parietum per incrustationem magis progrediatur, monendum mihi est, stratum incrustatum circa cavum cartilagineum nullo tempore lineamentis certis et accurate expressis a substantia fundamentali separari, quod quidem fieri oporteret, si hypothesis illa rata esset. Quod ad strata parietes hujus cavi inspissantia attinet, quae ita oriri putantur, ut radii inde efficiantur, magni momenti observationem esse arbitror, primo initio formationis glomeruli nullum vestigium canaliculorum in strato incrustato inveniri posse, atque principio adeo spatium internum exacte formam primitivi cavi cartilaginei quamvis ambitu minuto ostendere. Ut supra commemoravimus, si segmentum verum vel speciosum globuli intuemur, nu-

merosas strias radiorum instar e centro per parietum crassitudinem percurrentes animadvertimus. Hujusmodi strias, si ex iconibus concludere licet, imprimis Voetsch observasse videtur (l. c. Tab. V. fig. 1, 4). Hi striarum tractus multo numerosiores minusque certo delineati sunt, quam corpusculorum radiatorum radii, atque umbra provocantur, quam loca depressa in globuli faciebus interna et externa faciunt. Incisurae quidem, quas Koelliker in pariete interno cellulae osseae, quam vocat, reperiri affirmat, etiam in eodem pariete globuli conspiciuntur, sed etiam in margine externo haud desunt et ex asperitatibus incrustatorum parietum globuli oriuntur. Postea hae incisurae in globuli facie interna nonnullis locis etiam profundiores fiunt, iisque cavum ejus formam denticulatam corpusculo radiato similem adipiscitur. Ab initio autem non cernuntur processus radiorum instar ex his denticulis procurrentes. Etiamsi vero ponamus, iis connexum esse cum mutatione spatiorum internorum et contentorum eorum in corpuscula radiata, adhuc dubitari potest, utrum eorum formatio substantia fundamentali incrustata passim in spatium internum longius progrediente, an processu resorptionis jam coepto adducatur. Quocunque tandem modo res se habet, contendere non licet, corpuscula radiata secundum analogiam canaliculorum porosorum formari, eoque minus, quum in formandis corpusculis radiatis non solum id agatur, ut spatium cavum stellae formam referens efficiatur, sed etiam, ut corpusculum cartilagineum in formam stellae transmutetur. Haec postulatio nominatim secundum Virchowii novissimam observationem necessaria fit, ex qua quippe eluceat, eo, quod substantia ossea auxilio acidi muriatici solvatur, effici posse, ut corpuscula radiata solitaria et separata appareant (Verhandlungen der Physicalisch-Medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Erlangen 1851. pag. 150). Hanc observationem recte se habere, experimentis a me ipso institutis mihi persuasi.

b) **Cartilago membranacea.**

Cartilagini membranaceae proprium est, quod in ea ab initio non cernuntur cava medullaria. Tam in ossibus tegentibus cranii, quam in strato corticali ossium tubulosorum observatur, inter massas osseas principio formatas cartilaginem membranaceam immutatam restare, quam diminuens incrustatio ad formandam substantiam osseam compactam in omnes directiones longius progrediatur, non solum in eam regionem, ubi postea canaliculi Haversii in conspectum veniant, sed etiam in adversam, quod adspectus spatiorum interglobularium in segmentis transversis ex ossis femoris infantis neonati desumptis obviorum docet (Tab. II. fig. 3, 9). Singula phaenomena quidem huc pertinentia, quod dolendum est, persequi non possumus, sed in descriptione segmentorum transversorum ex ossibus tubulosis paratorum spatia interglobularia in strato corticali obvia commemoravimus, quae plane eadem ratione, qua globuli in ossificatione cartilaginis hyalinae descripti, corpusculis sphaericis limitantur. In ossibus quoque tegentibus cranii, in quibus ossificatio inceperat, in facie substantiae osseae efformatae ad cartilaginem membranaceam nondum ossificatam conversa saepe globulos admodum

conspicuos animadverti. Quae quum ita sint, ex mea quidem sententia statuere licet, formationem compactae substantiae osseae in cartilagine membranacea eadem ratione fieri, qua in ossificatione cartilaginis hyalinae, id est eo, quod capsulae osseae in glomerulos cum corpusculis radiatis mutantur atque hi deinde inter se coalescunt. Postquam ossificatio in cartilagine membranacea hoc modo per formationem compactae substantiae osseae aliquamdiu progressa est et paulatim spatia interglobularia quoque explevit, simul canaliculi Haversii, qui canaliculis medullaribus analogi sunt, existunt. Koelliker canaliculos Haversii nihil esse opinatur, nisi lacunas in depositionibus periostei, quae ab initio apertae maneant (l. c. pag. 371). Secundum ejus sententiam enim substantia fundamentalis ossium tegentium cranii et strati corticalis ossium tubulosorum, quae ossificatur, non est antea in cartilaginem formata, sed continuo ex periosteo materia fluida praebetur, quae statim in semimaturam telam conjunctivam et simplices cellulas formativas transmutatur. Ejusmodi strata materiae formativae deinde ossificari arbitratur receptione salium calcariorum in substantiam fibrosam et transformatione cellularum ejus in cellulas osseas. Lamellas osseas recentes esse molles eoque quasi reticulatas apparere, quod cavis subrotundis vel oblongis perforentur; haec cava vero diversorum stratorum connexum inter se habere et initia canaliculorum Haversii esse. Illis contineri reliquias blastematis ossificationem subeuntis, quod jam in medullam foetalem se transformans partim in vasa mutetur, partim formandis novis lamellis canaliculorum Haversii inserviat, quibus horum canaliculorum lumen sensim angustetur.

Equidem vero neque in formatione strati corticalis ossium tubulosorum neque in ossificatione ossium tegentium cranii ullum vestigium materiei fluidae secundum Koelliker i opinionem progredienti transformationi subjectae animadverti. In utroque loco potius substantia fundamentalis cartilaginea antea formata conspicitur, quae tamen non est naturae hyalinae, sed cartilaginem membranaceam, quam Reichert vocat, exhibet. Lacunae in primis formationibus osseis retis formam referentibus cartilaginis membranaceae ossificationem subeuntis non sunt initia canaliculorum Haversii, sed portiones cartilaginis membranaceae nondum ossificatae. Negari quidem non potest, incrustationibus progredientibus partem harum lacunarum ad formandos canaliculos Haversii adhiberi, in aliis casibus tamen vestigia earum in spatiis interglobularibus cognoscuntur, atque haec paulatim compacta substantia ossea omnino explentur. Formationem autem canaliculorum Haversii ipsam mihi quidem phaenomena, quae in segmentis transversis ossium tubulosorum a me descriptis observantur, optime docere videntur. Primum in his segmentis animadvertuntur canaliculi Haversii, quorum cavitas tenuibus lamellis osseis in cellulas dividitur (Tab. II. fig. 3, δ). Hae cellulae osseae prorsus ejusdem indolis sunt, cujus substantia spongiosa cartilaginis thyreoideae cavis medullaribus primariis aggregatis et conjunctis constans. Deinde in processibus ex cartilagine membranacea proxime sita in interiora penetrantibus omnino similis textus osseus spongiosus formatus apparet. Equidem puto, hos processus habendos esse pro reliquiis cartilaginis membranaceae nondum ossificatae, quae postremo per ossifi-

cationis processum in cava medullaria primaria aggregata transeant, et hoc modo in canaliculos Haversii cum contentis ipsorum transformentur. Quum in plerisque casibus canaliculi Haversii lamellis osseis primariorum cavorum medullarium non amplius pertracti appareant, probabiliter postea resorptione et coalitu cavitatum primariorum cavorum medullarium cavum medullare secundarium exoritur, quod cavitate canaliculorum Haversii repraesentatur.

IV. Substantia ossea spongiosa et compacta.

Recentissimis temporibus substantiam osseam compactam a spongiosa ita distinxerunt, ut dicerent, substantiam compactam insigniri canaliculis Haversii et substantia ossea e ***pluribus stratis composita*** circa eos et inter eos sita, in substantia spongiosa vero propria cava medullaria inveniri, in quorum parietibus structura pluribus stratis constans cognosci non posset. Hae differentiae in plerisque casibus evidenter conspiciuntur et rectissime afferendae sunt. Nihilominus interdum etiam, ut notum est, structura in cavorum medullarium parietibus manifesto plura strata ostendit. Praeterea in substantia ossea compacta, quae substantiam osseam spongiosam in cartilagine thyreoidea ex parte vel omnino cingens canaliculis Haversii caret et tantum in forma involucri ossei crassioris circa cava medullaria aggregata apparet, structura ex pluribus stratis manifestissima est (Tab. II. fig. 1, β). Itaque structura substantiae osseae e pluribus stratis composita in distinguenda substantia ossea compacta a spongiosa haud magni momenti sit.

Aliud vero discrimen constans est; in spongiosa enim substantia ossea cava medullaria majus spatium occupant, quam solida substantia ossea, contra in compacta substantia ossea solida substantia ossea praevalet et cava medullaria tantum in forma canaliculorum Haversii apparent. Secundum observationes meas etiam processus formationis utriusque substantiae osseae diversus est. Ubi enim substantia ossea s p o n g i o s a, quae dicitur, formatur, semper cartilago hyalina fundamentum esse videtur, et incrustatio ex capsulis osseis incipiens in duas directiones s i m u l progreditur, partim ad formanda cava medullaria primaria, aggregata et secundaria, partim ad formandos glomerulos, qui simul cum corpusculis suis radiatis cava medullaria circumdant et coalitu in substantiam osseam solidiorem cava medullaria secundaria separantem transformantur. Ubi contra substantia ossea c a n a l i c u l i s H a v e r s i i instructa formatur, semper cartilago membranacea fundamentum esse videtur, et ossificationis processus ex capsulis osseis primum ad formationem glomerulorum cum corpusculis radiatis et hac via ad formationem solidae substantiae osseae progreditur, ac postea demum commutatio capsularum ossearum in cava medullaria intrat et formationem canaliculorum Haversii adducit. Neque tamen silentio praetermittendum est, in strato corticali ossis femoris infantis neonati, quamvis in ipso numerosi canaliculi Haversii

conspicerentur, in spatiis interglobularibus ibi obviis versus axem ossis cruris substantiam cartilagineam manifesto hyalinam repertam esse, ergo hic probabiliter etiam compactam substantiam osseam cum canaliculis Haversii ex cartilagine hyalina prodiisse.

Habita ratione processus ossificationis, quem exposuimus, alia quoque distinctione substantiarum ossearum mihi opus esse videtur. Vidimus primam ossis formationem ex capsula ossea incipere et quidem in forma tenuis strati incrustati circa cavum cartilagineum. Si haec capsula ossea cum contento suo in cavorum medullarium formationem intrat, parietes horum cavorum medullarium ab initio plerumque lamellis ejusmodi osseis simplicibus coalitis cavorum medullarium primariorum formari conspicitur. Cartilago thyreoidea exemplum nobis praebet, in qua per aggregationem cavorum ejusmodi medullarium primariorum conjunctorum cum parietibus osseis ipsorum substantia ossea continua favis similis formatur, quae angustissimo vocis sensu s p o n g i o s a substantia ossea appellari possit. Indoles propria substantiae osseae hujusmodi ea est, quod in ipsa corpuscula radiata desunt et substantia ossea in forma lamellarum tenuium apparet. Ab altera autem parte observamus, capsulam osseam in globulum transmutari, et coalitu globulorum ejusmodi substantiam osseam s o l i d a m diversae crassitudinis formari, cujus indoles histologica ea sit, quod in ipsa semper corpuscula radiata reperiantur. Compositione demum harum duarum substantiarum ossearum, deinde eo, quod inter ossificationem ambae simul oriuntur, vel alterutra prius existit, denique eo, quod alterutra sola in ossificationis processu conspicua fit (reperiuntur loca omnino solitaria substantiae osseae spongiosae in cartilagine thyreoidea) structura ossis exculti definitur, atque ex his rebus solis differentia gravissima inter substantias osseas compactam et spongiosam, quae vulgo vocantur, pendet.

Postremo pauca verba faciam de structura e pluribus stratis composita substantiae osseae ex globulorum coalitu formatae. Neque in membranacea neque in hyalina cartilagine haec structura pluribus stratis constans praesignata est. Neque in substantia ossea solida cartilaginis thyreoideae (Tab. II. fig. 2, d.) structura strati recentissimi appositione globulorum novorum formati ullum vestigium habitus striati ostendit. Neque in strato corticali ossis femoris in substantiae osseae strato recens formato, ad spatia interglobularia converso (Tab. II. fig. 3, λ), striae conspectae sunt, itaque facere non possum, quin affirmem, structuram e pluribus stratis compositam non in prima formatione substantiae osseae solidae, sed postea demum ratione nobis adhuc ignota oriri.

Explicatio tabularum.

Signa communia in iconibus utriusque tabulae haec sunt:

A. Cartilago, quae in eo est, ut ossificationis processum ineat.

B. Regio, ubi ossificationis processus incipit.

C. Regio, ubi ossificationis processus jam magis progressus est.

a. Regio, in qua corpuscula cartilaginea solitaria sita sunt.

b. Regio, in qua corpuscula cartilaginea in acervos congregata sunt.

c. Regio, in qua acervorum formatio maxime progressa et corpuscula cartilaginea maximam magnitudinem adepta sunt.

d. Corpuscula cartilaginea singula.

e. Substantia fundamentalis inter corpusculorum cartilagineorum acervos interjecta.

f. Septa substantiae fundamentalis inter corpuscula cartilaginea acervi.

g. Cava cartilaginea corpusculis cartilagineis privata.

h. Segmentum tenue capsulae osseae, quae limitibus linearibus distincte expressis denticulatis insignitur.

i. Capsulae osseae in forma annulorum lucidorum splendentium apparentes.

k. Cava medullaria primaria.

l. Cava medullaria secundaria, quorum lamellae osseae in parietibus annuliformes apparent.

m. Segmentum tenue cavi medullaris secundarii, cujus lamella ossea in limitibus in forma lineae tenuis, passim irregulariter decurrentis, apparet.

n. Acervus capsularum osseârum.

o. Substantia fundamentalis hyalina non ossificata.

p. Medulla.

q. Acervus corpusculorum cartilagineorum et corpuscula cartilaginea solitaria in parte cartilaginis jam ossificata.

r. Globuli formari incipientes.

s. Globuli in formatione magis progressi.

t. Globuli compositi.

u. Corpuscula radiata.

Tab. I. fig. 1. Segmentum longitudinale ex inferiore extremitate diaphysis metacarpi foetus septem mensium sectione metacarpi lateri radiali et ulnari parallela paratum. Capsulae osseae in forma annulorum apparentes non solum nimis obscurae et sine splendore sunt, sed etiam lineamenta earum externa nimis denticulata per lithographum repraesentata sunt.

Tab. I. fig. 2. Segmentum longitudinale e corpore ossificari incipiente vertebrae canis neonati sectione lineae medianae parallela effectum.

Tab. I. fig. 3. Segmentum ex ea regione foetus septem mensium, ubi os ischii cum osse ilii ad formandum acetabulum se conjungit, sectione prope marginem ossificationis ossis ilii et quidem directione horizontali ducta excisum.

Tab. I. fig. 4. Segmentum ex nucleo osseo inter ambos condylos epiphysis ossis femoris infantis neonati sito sectione lineae medianae parallela praeparatum.

Tab. II. fig. 1. Segmentum planum ex cartilagine thyreoidea partim ossificata et acido muriatico imbuta desumptum.

v. Substantia fundamentalis hyalina in forma halonum acervos cingens.

x. Substantia fundamentalis fibrosa, quae videtur, formam operis reticulati referens.

y. Cartilago hyalina, cujus substantia fundamentalis ubique hyalina mansit.

z. Compacta substantia ossea habitus striati.

α. Compacta substantia ossea, in qua globuli ossei coaliti adhuc apparent.

β. Spongiosa substantia ossea.

γ. Capsulae clausae medulla impletae, quarum parietes lamellis osseis tenuibus constituuntur (cava medullaria primaria).

δ. Capsulae ejusdem generis ex parte apertae, e quibus medulla excidit.

ε. Segmenta tenuia capsularum ejusmodi.

η. Septa ossea tenuia.

Tab. II. fig. 2. Segmentum cartilaginis thyreoideae acido muriatico non imbutae sectione margini posteriori parallela per cartilaginis thyreoideae crassitudinem ducta comparatum. Substantia fundamentalis, quae in natura fibrosa apparet, per lithographum, quod quidem doleo, habitu magis granulato repraesentata est.

ϑ. Frustula calcaria.

Reliqua signa in explicatione figurae primae hujus tabulae jam explanata sunt.

Tab. II. fig. 3. Segmentum transversum ex diaphysi ossis tubulosi acido muriatico imbuti infantis neonati sumptum.

P. Periosteum.

M. Cartilago membranacea.

O. Stratum corticale ossis tubulosi.

v. Segmentum transversum lamellarum telae elasticae in periosteo contentarum.

x. Substantia fundamentalis cartilaginis membranaceae parum perspicue striata apparens.

y. Corpuscula cartilaginea. Limites eorum multo luculentiores repraesentati sunt, ita fere, ut, postquam segmentum effectui kali et jodii expositum est, observari solent. Nonnulla eorum ad periosteum versus formam denticulatam irregularem ostendunt.

M' Processus strati corticalis cartilagine membranacea constantis.

α. Substantia ossea alveolaris inter hunc processum et compactam substantiam osseam sita.

β. Singula septa hujus systematis cavorum.

γ. Interstitium inter os et cartilaginem membranaceam. Facies terminalis substantiae osseae elevationes et depressiones semiglobosas parum perspicuas ostendit.

δ. Canaliculi Haversii.

ε. Alveoli canaliculorum Haversii.

η. Lamellae alveolos separantes.

ϑ. Spatia interglobularia.

λ. Tractus striarum in compacta substantia ossea undulatim decurrentes.

Tab. II. fig. 4. Segmentum transversum per squamam ossis occipitis foetus trium mensium cum dimidio, tres pollices cum dimidio longi, in quo parando sectio simul per protuberantiam occipitalem et ad perpendiculum per os occipitis ducta est. Capsulae osseae per culpam lithographi fere omnino non cognoscuntur.

B. Versus centrum transitus corpusculorum cartilagineorum in cava medullaria primaria; versus facies externam et internam eorundem transitus in corpuscula radiata.

μ. Facies interna ad cavitatem cranii conversa.

π. Facies externa.

τ. Nonnullae lamellae osseae in cavum medullare procurrentes, quae ad destructa cava medullaria primaria pertinent.

z. Compacta substantia ossea habitus striati.

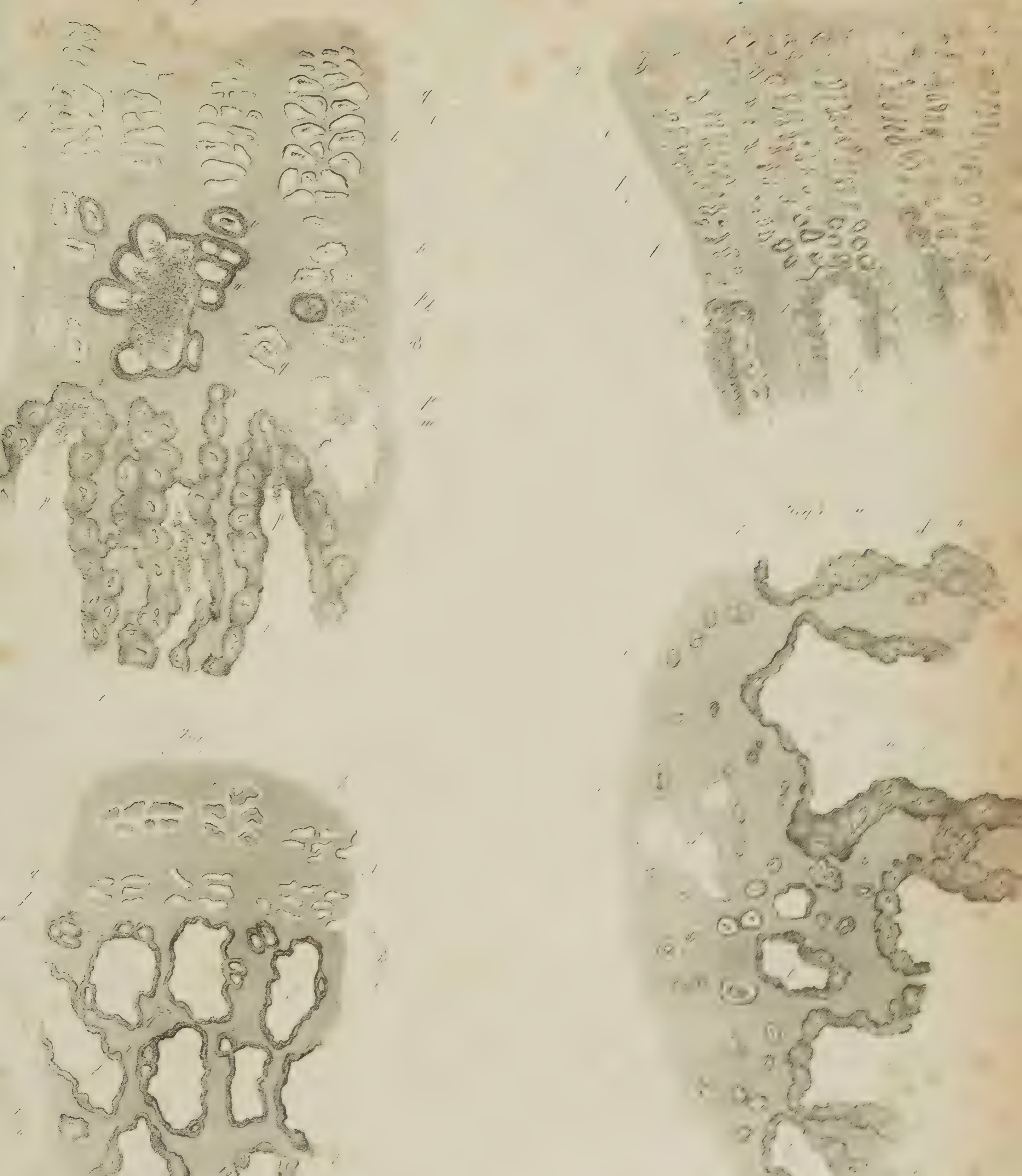
Reliqua signa in explicatione figurae tertiae hujus tabulae jam explanata sunt.

Tab. II. fig. 5. Segmentum exhibens segmenta tenuia globulorum osseorum formari incipientium.

INDEX.

THESES.

1. *Non exstat certum signum virginitatis.*
2. *Apertio incruenta orificii uteri ex arte obstetricia rejicienda est.*
3. *Ruptio velamentorum ovi ad sistendum sanguinis profluvium inter partum non est admittenda.*
4. *Partus facillimus non est faustissimus.*
5. *Resectio portionis vaginalis carcinomate correptae non est cura radicalis.*
6. *Decoctum Zittmanni non est praestantius, quam quodlibet aliud decoctum lignorum.*



Tab. II

Fig 2

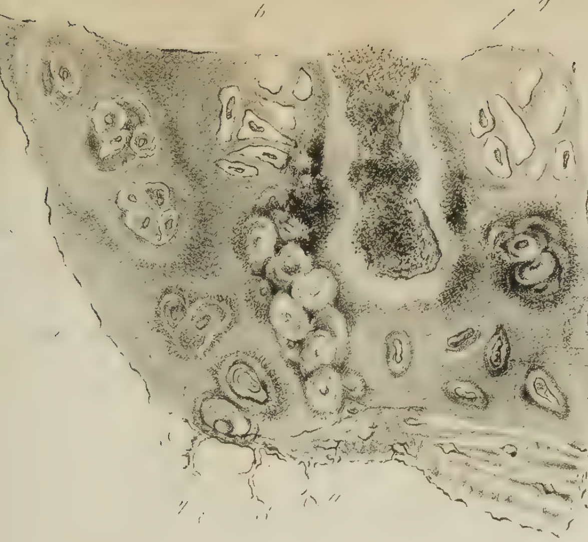


Fig 1

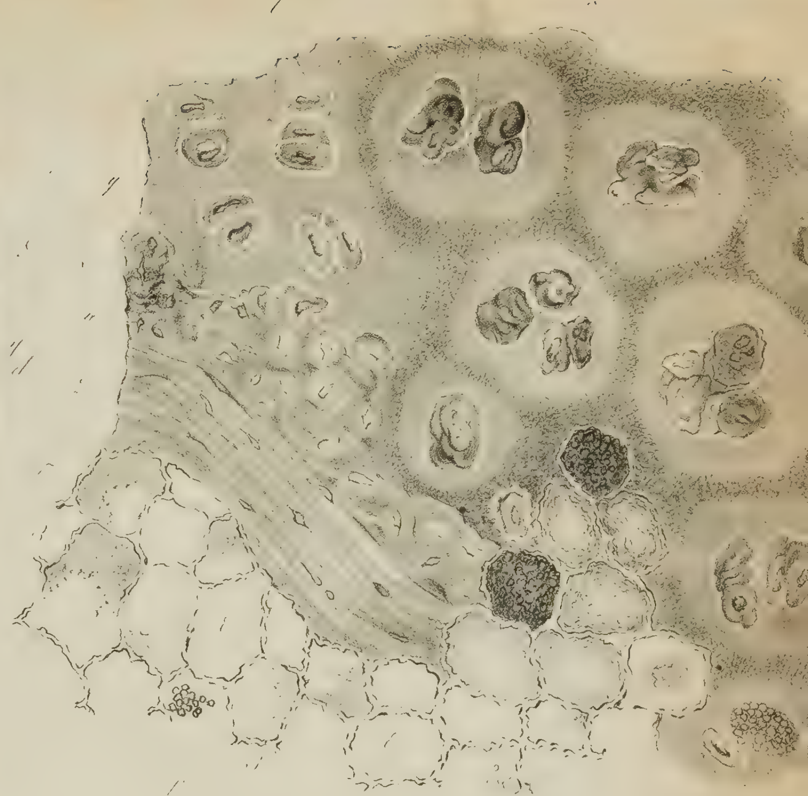


Fig 3



Fig 5



Fig 4

